



Aprile 2024

Giraffe CE 2 S.r.l.

IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTAICO COLLEGATO ALLA RTN
IN COMUNE DI *BONORVA E SEMESTENE*
POTENZA NOMINALE **32,11 MW**

Piano Preliminare di riutilizzo Terre e Rocce da Scavo

AB-IT028-08-2022-0019

<p><i>Progettazione</i></p> 	<p><i>Analisi e valutazioni ambientali e paesaggistiche</i></p> 
<p><i>Certificazione del sistema di gestione DNV</i> ISO 9001 e ISO 14001</p>	<p><i>Certificazione del sistema di gestione DNV</i> ISO 9001 e ISO 14001</p>

Committente

Giraffe CE 2 S.r.l.

Indirizzo Viale della Stazione 7,
39100 Bolzano (BZ) - Italia

Progettazione

Via Angelo Fumagalli, 6
20134 Milano - Italia
+39.0254118173

Analisi e valutazioni ambientali e paesaggistiche

Via Carlo Poerio, 39
20129 Milano - Italia
+39.02277441

Redazione	Arch. Giulia Peirano Ing. Paola Scaccabarozzi Ing. Corrado Landi Ing. Vincenzo Ferrante
Revisione	Arch. Giulia Peirano
Approvazione	Ing. Corrado Pluchino
Codice di progetto	Codice distinto per AI e per Montana - anticipato del codice del progetto dato dal committente
Documento	Relazione terre e rocce da scavo
Codice	AB-IT027-08-2022-0019
Versione	01
Data	05/04/2024

INDICE

1. PREMESSA	5
1.1 DATI GENERALI DI PROGETTO	6
1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI	6
2. STATO DI FATTO	9
2.1 LOCALIZZAZIONE IMPIANTO	9
2.1.1 Inquadramento catastale impianto	10
2.1.2 Topografia	11
2.1.3 Inquadramento geografico e cartografico	11
2.2 GEOLOGIA, IDROLOGIA E GEOTECNICA	12
2.2.1 Inquadramento geologico	12
2.2.2 Inquadramento geomorfologico	15
2.2.3 Inquadramento idrologico superficiale	15
2.2.4 Inquadramento idrogeologico	15
2.2.5 Caratterizzazione sismica	16
2.2.6 Caratterizzazione geotecnica	19
3. STATO DI PROGETTO	22
3.1 CRITERI DI PROGETTAZIONE	22
3.2 DISPONIBILITÀ DI CONNESSIONE	22
3.3 LAYOUT DI IMPIANTO	22
3.4 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	25
3.4.1 Moduli fotovoltaici	26
3.4.2 Strutture di supporto dei moduli fotovoltaici	26
3.4.3 Inverter	29
3.4.4 Cabine di Campo	29
3.4.5 Cabine di Smistamento	29
3.4.6 Cavi di potenza BT, AT	29
3.4.7 Cavi di controllo e TLC	30
3.4.8 Recinzione	30
3.4.9 Viabilità del sito	30
3.5 CONNESSIONE ALLA RTN	31
3.6 FASI DI COSTRUZIONE	32
3.7 SCAVI E MOVIMENTI DI TERRA	33
3.8 PERSONALE E MEZZI	34
3.9 ALLESTIMENTO CANTIERE	34
3.10 PREPARAZIONE AREE DI LAVORO	35
3.11 SCAVO POSA CAVI	35
3.12 REALIZZAZIONE VIABILITÀ	35
3.13 PLATEE DI FONDAZIONE CABINE E CANCELLI DI ACCESSO	35
3.14 PLINTI DI FONDAZIONE PER LA RECINZIONE	36
4. PIANO PRELIMINARE TERRE E ROCCE DI SCAVO	37
4.1 ATTIVITA' PRELIMINARE: DECESPUGLIAMENTO	37

4.2	RILEVATI E RINTERRI	37
4.3	MATERIALE PER RILEVATI	37
4.4	MATERIALI ARIDI PER SOTTOFONDAZIONI E FONDAZIONI STRADALI	38
4.5	MODALITÀ DI POSA	38
4.6	MATERIALE GRANULARE STABILIZZATO	39
4.7	SCAVI E RIPORTI.....	39
4.8	RACCOMANDAZIONI DI CARATTERE GENERALE	40
4.9	MATERIALE DI SCAVO CON TERRENO DI RIPORTO	42
4.10	PROPOSTA PIANO DI CAMPIONAMENTO PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO	43
5.	PIANO DI GESTIONE DEI MATERIALI DA SCAVO.....	45
5.1	RIUTILIZZO INTERNO AL SITO.....	45
5.2	DEPOSITI INTERMEDI.....	45
5.3	CONFERIMENTO A SITI DI RECUPERO/SMALTIMENTO	46
5.4	PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI RECUPERO E SCAVO.....	46

1. PREMESSA

Il progetto in questione prevede la realizzazione, tramite la società di scopo Giraffe CE 2 S.r.l., di un impianto solare fotovoltaico di potenza pari a 32,11 MW in alcuni terreni a siti nei territori comunali di Bonorva (SS) e Semestene (SS); nello specifico, l'area catastale ha un'estensione di circa 77,77 ettari complessivi di cui circa 49,93 ha recintati.

Giraffe CE 2 S.r.l., è una società italiana con sede legale in Italia nella città di Bolzano (BZ) in Viale della Stazione 7. Le attività principali del gruppo sono lo sviluppo, la progettazione e la realizzazione di impianti di medie e grandi dimensioni per la produzione di energia da fonti rinnovabili.

Il progetto in esame è in linea con quanto previsto dal: "Pacchetto per l'energia pulita (Clean Energy Package)" presentato dalla Commissione europea nel novembre 2016 contenente gli obiettivi al 2030 in materia di emissioni di gas serra, fonti rinnovabili ed efficienza energetica e da quanto previsto dal Decreto 10 novembre 2017 di approvazione della Strategia energetica nazionale emanato dal Ministro dello sviluppo economico, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.

L'opera ha dei contenuti economico-sociali importanti e tutti i potenziali impatti sono stati mitigati. Il progetto sarà eseguito in regime "agrivoltaico" che produce energia elettrica "zero emission" da fonti rinnovabili attraverso un sistema integrato con l'attività agricola, garantendo un modello eco-sostenibile che fornisca energia pulita e prodotti sani da agricoltura biologica.

La tecnologia impiantistica prevede l'installazione di moduli fotovoltaici bifacciali che saranno installati su due diverse tipologie di strutture; ovvero, sia strutture mobili (tracker) di tipo monoassiale mediante palo trivellato nel terreno, sia su strutture fisse anch'esse mediante palo trivellato nel terreno.

Le strutture, sia fisse sia mobili, saranno posizionate in maniera da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno; i pali di sostegno delle strutture sono posizionati distanti tra loro di 5 metri per l'intera area di impianto. Tali distanze sono state applicate per consentire la coltivazione e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento. Saranno utilizzate due tipologie di strutture; la prima composta da 14 moduli e la seconda composta da 28 moduli.

I terreni non occupati dalle strutture dell'impianto continueranno ad essere adibiti ad uso agricolo e pastorale.

Il progetto rispetta i requisiti riportati all'interno delle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici", pubblicate nel Giugno del 2022 dal MiTE (oggi MASE-Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica) in quanto la superficie minima per l'attività agricola è pari al 79,82% mentre la LAOR (Land Area Occupation Ratio – rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico) è pari al 28,95%.

Infine, l'impianto fotovoltaico sarà collegato in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica della RTN a 220/36 kV da inserire in entra-esce alla linea 220 kV "Codrongianos – Ottana".

1.1 DATI GENERALI DI PROGETTO

In Tabella 1.1 sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto.

Tabella 1.1 - Dati di progetto

ITEM	DESCRIZIONE	
Richiedente:	Giraffe CE 2 S.r.l.	
Luogo di installazione:	BONORVA (SS) SEMESTENE (SS)	
Denominazione impianto:	BONORVA	
Potenza di picco (MW _p):	32,11 MW _p	
Informazioni generali del sito:	Sito raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. La morfologia è piuttosto regolare.	
Connessione:	Interfacciamento alla rete mediante soggetto privato nel rispetto delle norme CEI	
Tipo strutture di sostegno:	Strutture fisse	Strutture metalliche in acciaio zincato fissate a terra su pali
	Strutture mobili (tracker)	Strutture metalliche in acciaio zincato tipo tracker fissate a terra su pali
Inclinazione piano dei moduli:	Strutture fisse	33°
	Strutture mobili (tracker)	+60° / -60°
Azimut di installazione:	Strutture fisse	0°
	Strutture mobili (tracker)	0°
Sezioni Aree impianto:	n. 21 denominate S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21	
Inverter di Stringa:	n. 88 Inverter di stringa distribuiti in campo	
Cabine di Campo:	n. 10 cabine distribuite in campo	
Cabine di Smistamento:	n. 1 cabina localizzata nella Sezione S9	
Rete di collegamento:	36 kV	
Coordinate (Cabina di Smistamento):	Sezione S9	
	Latitudine	4473737.71 m N
	Longitudine	478203.21 m E

1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le principali norme di riferimento in materia di gestione Terre e Rocce da Scavo:

- Decreto Legislativo 03 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" (G.U. Serie Generale n. 88 del 14/04/2006 – Supplemento Ordinario n. 96), e s.m.i..

- Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164” (G.U. Serie Generale n. 183 del 07/08/2017);
- Delibera n. 54/2019 SNPA, Linee guida sull’applicazione della disciplina per l’utilizzo delle terre e rocce da scavo.

In particolare, il D.P.R. 120/2017 regola la disciplina sui controlli e rimodula le regole di dettaglio per la gestione come sottoprodotti dei materiali da scavo, dettando le disposizioni per la gestione delle TRS escluse dal regime dei rifiuti (ex. art 185 del D.Lgs. 152/06) e per quelle, invece, da gestire come rifiuti.

La definizione di terre e rocce da scavo è indicata all’art. 2, comma 1, lettera c) del D.P.R. 120/2017: “il suolo escavato derivante da attività finalizzate alla realizzazione di un'opera, tra le quali: scavi in genere (sbancamento, fondazioni, trincee); perforazione, trivellazione, palificazione, consolidamento; opere infrastrutturali (gallerie, strade); rimozione e livellamento di opere in terra. Le terre e rocce da scavo possono contenere anche i seguenti materiali: calcestruzzo, bentonite, polivinilcloruro (PVC), vetroresina, miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato, purché le terre e rocce contenenti tali materiali non presentino concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per la specifica destinazione d'uso”.

L’art. 4 del medesimo D.P.R. detta i criteri per la definizione delle TRS quali sottoprodotti e non rifiuti.

Pertanto, la corretta gestione delle TRS richiede il rispetto di precisi requisiti distinti in funzione dei seguenti aspetti:

- ipotesi di gestione da adottare:
 - riutilizzo nello stesso sito di produzione;
 - riutilizzo in un sito diverso rispetto a quello di produzione;
 - smaltimento come rifiuti e conferimento a discarica o ad impianto autorizzato;
- volumi di terre e rocce da scavo movimentate, in base a cui si distinguono:
 - cantieri di piccole dimensioni – Volumi di TRS inferiori a 6.000 m³;
 - cantieri di grandi dimensioni – Volumi di TRS superiori a 6.000 m³;
- assoggettamento o meno del progetto alle procedure di VIA e/o AIA;
- presenza o meno, nelle aree interessate dal progetto, di siti oggetto di bonifica.

In funzione di tali circostanze, all’ interno del quadro normativo, la gestione delle terre e rocce da scavo per il progetto in esame, può dunque essere riassunto come segue:

TIPOLOGIA DI UTILIZZO	TIPOLOGIA DI OPERA	NORMA DI RIFERIMENTO	ADEMPIMENTI
UTILIZZO IN SITU	OPERE NON SOGGETTE A VIA O AD AIA	Deroga al regime dei rifiuti D.P.R. 120/2017, Art. 24 Art. 185, comma 1, lettera c) del D.lgs. 152/06 e s.m.i.	Verificare la non contaminazione ai sensi dell'allegato 4 del D.P.R. 120/2017, fermo restando quanto previsto dall'art. 3, co. 2, del D.L. 2/2012 e s.m.i. , convertito, con modificazioni, dalla L. 28/2012 relativamente al materiale di riporto (test di cessione). Dichiarazione prevista dall'art. 21 del DPR 120/2017
	OPERE SOGGETTE A VIA O AD AIA	Deroga al regime dei rifiuti D.P.R. 120/2017, Art. 24 Art. 185, comma 1, lettera c) del D.lgs. 152/06 e s.m.i.	Elaborare di un "Piano preliminare di Utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti; Verificare la non contaminazione ai sensi dell'all.4 del D.P.R. 120/2017, fermo restando quanto previsto dall'art. 3, co. 2, del D.L. 2/2012 convertito, con modificazioni, dalla L. 28/2012 relativamente al materiale di riporto (test di cessione).
UTILIZZO FUORI SITO	GRANDI CANTIERI (> 6.000 m ³) OPERE SOGGETTE A VIA O AD AIA	Sottoprodotti D.P.R. 120/2017, Capo II Il Decreto non si applica alle ipotesi disciplinate dall'art. 109 del D.lgs. 152/06 (Immersione in mare di materiale derivante da attività di escavo e attività di posa in mare di cavi e condotte). Ex D.M. 161/2012	Elaborazione del Piano di Utilizzo come dettagliato nell'Allegato 5 del D.P.R. 120/2017
	PICCOLI CANTIERI (< 6.000 m ³) OPERE NON SOGGETTE A VIA O AD AIA	Sottoprodotti D.P.R. 120/2017, Artt. 20 e 21 se sono verificate le condizioni di cui all'art. 4	Trasmissione, anche solo in via telematica, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo, della Dichiarazione di utilizzo (modulo di cui all'allegato 6 del D.P.R. 120/2017)
	GRANDI CANTIERI (> 6.000 m ³) OPERE NON SOGGETTE A VIA O AD A IA	Sottoprodotti D.P.R. 120/2017, Capo IV, Art. 22, ovvero Artt. 20 e 21 se sono verificate le condizioni di cui all'art. 4; Ex Art. 184-bis del D.L.gs. 152/06, se sono verificate le condizioni di cui all'ex art. 41-bis del DL n. 69/13.	
MATERIALE DA SCAVO NON IDONEO AL RIUTILIZZO O NON CONFORME ALLE CSC DI CUI ALLA P. IV D.LGS. 152/06 (TAB. 1 ALL. 5 AL TITOLO V)		Rifiuti D.P.R. 120/2017, Art. 23 Regime dei rifiuti (Cfr. paragrafo successivo).	Conferimento ad idoneo impianto di recupero o smaltimento

Figura 1.1 Quadro normativo sulle modalità di gestione delle Terre e Rocce da Scavo

2. STATO DI FATTO

2.1 LOCALIZZAZIONE IMPIANTO

Il progetto in esame è ubicato nei territori comunali di Bonorva e Semestene, entrambi in Provincia di Sassari. L'area di progetto è divisa in 21 sezioni denominate S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20 e S21 situate a circa 2,37 km a Ovest del centro abitato di Bonorva (SS) e a circa 700 m dal centro abitato di Semestene (SS).

Le 21 sezioni sono vicine tra loro e risultano separate da diversi elementi, quali: muretti a secco, strade rurali, linee aeree BT, MT e AT e alvei di diverse dimensioni.

Le sezioni sono adiacenti tra di loro, le 4 sezione a Sud risultano separate dal resto dell'impianto dalla Strade Vicinale Giaga e Mesu e dalla Strada vicinale Pedra. L'area di progetto è collocata ad Ovest della Strada Statale n.131 – Carlo Felice (SS131) (dal 162 km e 400 m al 163 km e 200 m) e a nord della Strada Provinciale n.8 (SP8) (Figura 2.1).

L'area di progetto presenta un'estensione complessiva catastale di circa 77,97 ettari complessivi di cui circa 49,93 ha recintati.

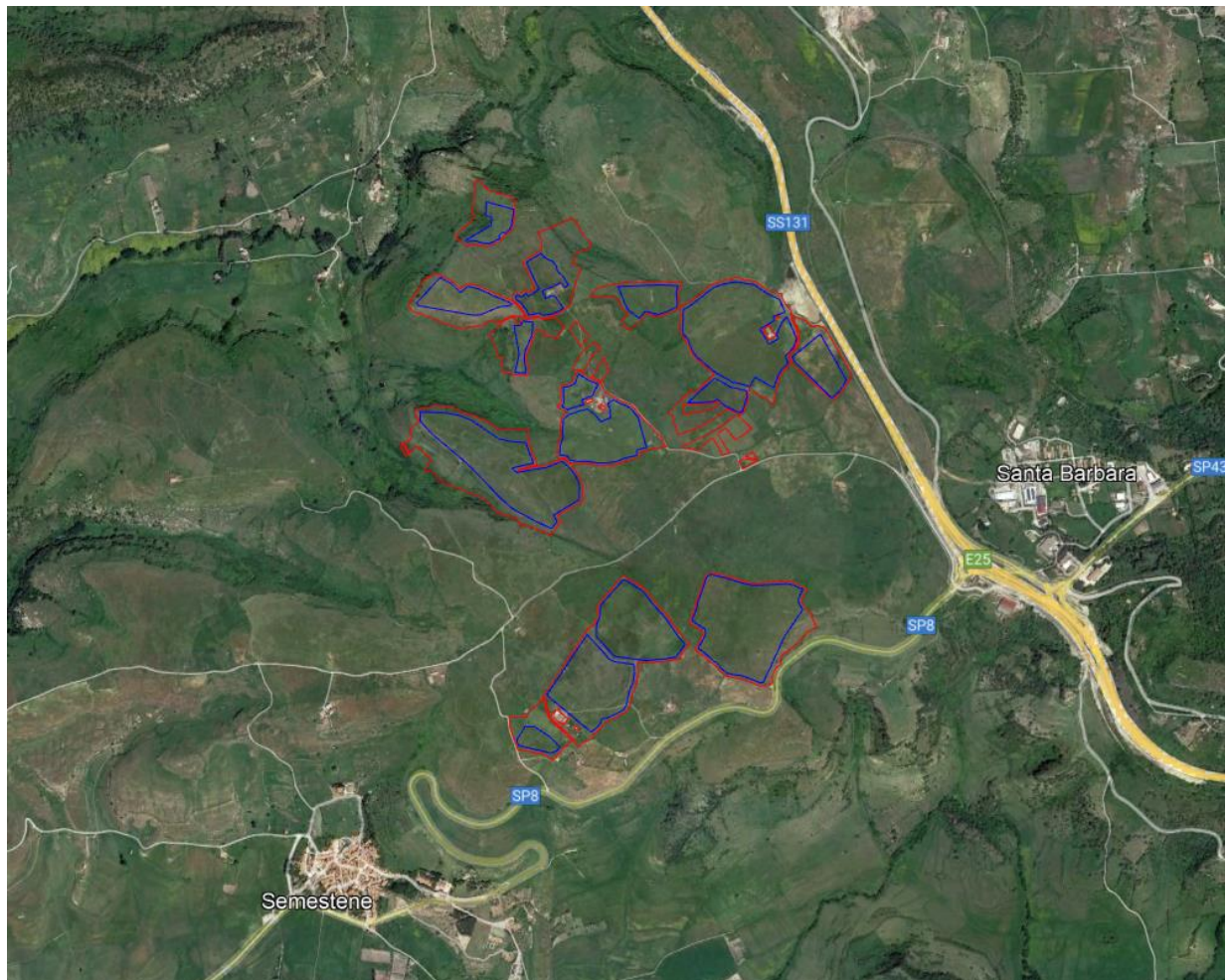


Figura 2.1 – Inquadramento dell'area di progetto: in blu la recinzione, in rosso l'area catastale

L'area deputata all'installazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto risulta essere adatta allo scopo presentando una buona esposizione ed è facilmente raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

Attraverso la valutazione delle ombre si è cercato di minimizzare e ove possibile eliminare l'effetto di mutuo ombreggiamento, così da garantire una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell'impianto fotovoltaico in oggetto.

Di seguito (Figura 2.2) si riporta uno stralcio della tavola riportante il rilievo effettuato in fase di sopralluogo "AA-IT028-08-2022-0024_Rilievo di dettaglio".

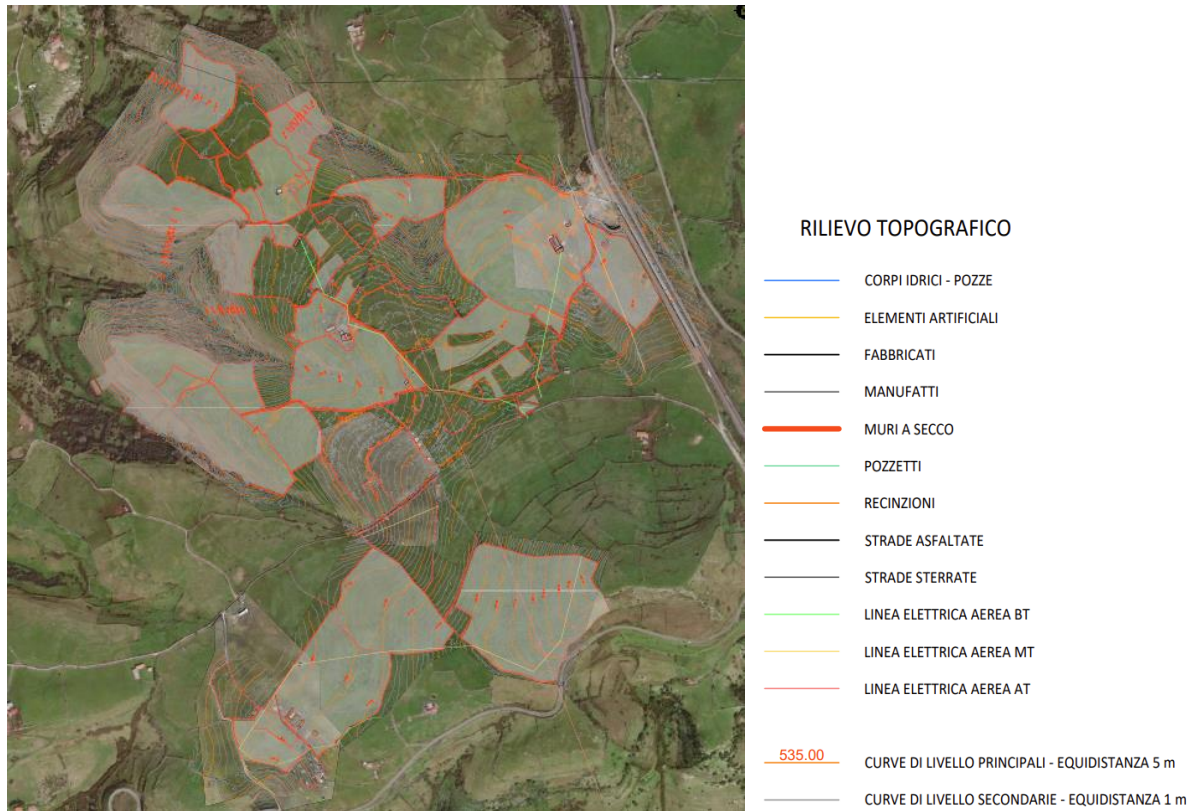


Figura 2.2 - Rilievo dell'area di progetto

2.1.1 Inquadramento catastale impianto

L'impianto fotovoltaico in oggetto, con riferimento al Catasto Terreni del comune di Bonorva (SS) e Semestene (SS), sarà installato nelle aree di cui alla seguente tabella.

Tabella 2.1:- Particelle catastali

COMUNE	FOGLIO	PARTICELLE
Bonorva	58	3, 13, 14, 16, 18, 33, 34, 71, 73, 77, 78, 79, 82, 83, 84, 85, 90, 100, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 133, 134, 137, 144, 145, 151,
	59	1, 15, 18, 22, 28, 29, 30, 34, 36, 46, 58, 59, 83, 84, 101
	60	52
Semestene	10	2, 5, 6, 18, 335

Si riporta di seguito uno stralcio dell'inquadramento catastale Rif. "AA-IT028-08-2022-0027_Inquadramento Catastale Impianto".

2.1.2 Topografia

Per determinare la topografia delle aree interessate dall'opera in esame è stata svolta una campagna investigativa topografica e fotogrammetrica che ha interessato tutta l'area di progetto in modo completo e dettagliato.

Attraverso la fonte ufficiale Regione Sardegna è stato ottenuto il modello digitale del terreno con una risoluzione spaziale 10x10 metri di tutta l'area di progetto.

I risultati ottenuti sono ampiamente riportati nella tavola rif. AA-IT028-08-2022-0023_Rilievo di dettaglio

2.1.3 Inquadramento geografico e cartografico

Bonorva è un comune di 3200 abitanti della provincia di Sassari situato nella regione storica del Logudoro e nella sub-regione del Meilogu, a circa 156 km a nord di Cagliari e a circa 47 km a sud-est di Sassari. Il territorio bonorvese presenta un profilo geometrico irregolare con variazioni altimetriche accentuate, che vanno dai 314 m.s.l.m ai 791 m s.l.m.

Il centro abitato si trova lungo un pendio ripido a 509 m s.l.m., che ha alle sue spalle l'Altopiano di Campeda e ai suoi piedi la fertile piana di Santa Lucia.

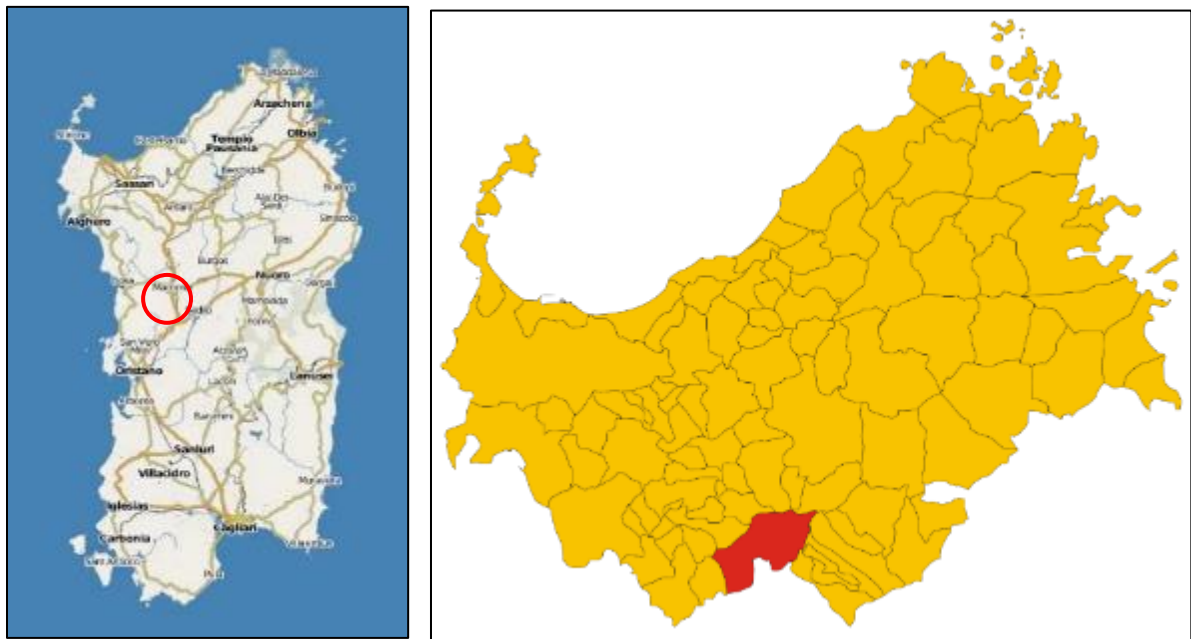


Figura 2.3 - Inquadramento su scala Regionale (sx) e su scala Comunale (dx)

Il centro abitato si trova lungo un pendio a circa 400 m s.l.m., sul fianco della catena montuosa del Goceano. L'area oggetto del presente studio è ubicata su un altipiano costituito da lave basaltiche che ricoprono un basamento costituito da calcareniti terziarie.



Figura 2.4 - Inquadramento su corografia a scala comunale

2.2 GEOLOGIA, IDROLOGIA E GEOTECNICA

Nei seguenti paragrafi sono riportati gli aspetti salienti di geomorfologia, geologia, idrologia superficiale e sotterranea e della geotecnica; per l'analisi dettagliata si rimanda alle relazioni tecnico-specifiche "AA-IT028-08-2022-002_Relazione geologica e geotecnica" e "AA-IT028-08-2022-003_Relazione idrologica e idraulica".

2.2.1 Inquadramento geologico

Il settore in studio si inquadra nel distretto vulcanico del Logudoro-Bosano ed è contraddistinto dalla presenza di formazioni sedimentarie mioceniche, di vulcaniti del ciclo oligo-miocenico e dei basalti pleistocenici del Logudoro, oltre a ridotti depositi alluvionali recenti.

La sequenza vulcanica oligo-miocenica è di tipo calcalino ed è costituita da alternanze di lave e tufi trachitici, trachandesitici e andesitici. L'intera piattaforma ha potenza complessiva di circa 1000 m e gli strati sono inclinati verso Est, a causa della tettonica correlata al ciclo alpino. Legata a tali eventi tettonici è anche l'ingressione marina miocenica, che ha consentito la deposizione di sedimenti arenacei (inferiori) e calcarei (superiori), con spessori intorno al centinaio di metri, poggianti sui tufi trachitici talvolta caolinizzati.

Nel dettaglio dell'area di progetto, è possibile distinguere il basamento cenozoico, i basalti pleistocenici del Logudoro e i depositi olocenici.

Il basamento cenozoico è costituito prevalentemente da biocalcareni e calcari bioclastici, talora conglomeratici. La potenza di questa formazione è nell'ordine delle decine di metri e dipende strettamente dalla paleomorfologia delle vulcaniti sottostanti.



Figura 2.5: affioramenti terziari lungo un taglio stradale in Loc. Santa Barbara

I basalti del Logudoro sono costituiti da colate di spessore intorno ai 5 m, con porzioni basali autobrecciate e scoriacee che sfumano nelle porzioni centrali in lave bollose. Tipicamente questi basalti sono fessurati verticalmente.



Figura 2.6: affioramenti basaltici lungo un taglio stradale in Loc. Santa Barbara

Infine, i depositi attuali e recenti sono costituiti da suoli argillosi piuttosto sottili, derivati dall'alterazione dei basalti del Logudoro sottostanti. In misura minore sono presenti nei fondivalle limitati depositi sabbiosi e ciottolosi di derivazione fluvio-torrentizia.



Figura 2.7: tipica copertura di suoli argillosi visibile lungo un taglio stradale in Loc. Santa Barbara

Nella cartografia geologica. L'origine riferimento non è stata trovata. si riporta uno stralcio della cartografia geologica dell'area di progetto.

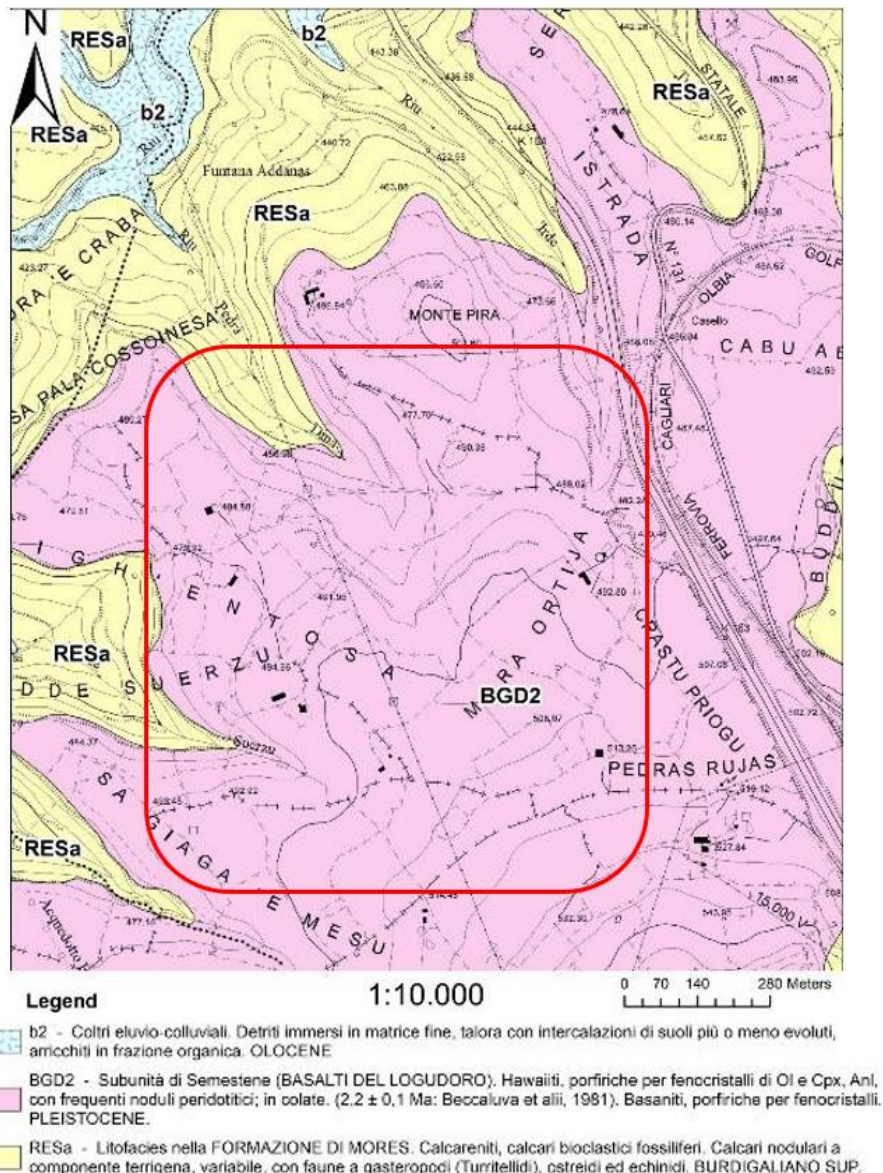


Figura 2.8 - Carta geologica del settore in studio

2.2.2 Inquadramento geomorfologico

Le coperture basaltiche hanno esercitato ed esercitano funzioni protettive nei confronti dei sedimenti più teneri miocenici che le supportano. Ne conseguono i vasti rilievi tabulari in Sardegna, tra cui l'altopiano di Campeda e quello della Planargia. Essi sono costituiti da un vasto insieme di plateaux basaltici, la cui superficie è molto uniforme, con numerose depressioni chiuse aventi problemi di drenaggio.

Le lave, per la loro composizione mineralogico-petrografica, costituiscono quindi un espandimento tabulare molto più resistente agli agenti atmosferici delle rocce sedimentarie sottostanti che subiscono un'erosione differenziata con arretramenti molto lenti del fronte della colata per scalzamento della base.

Il continuo orlo di scarpata dell'altopiano basaltico evidenzia la verticalità dei versanti sui quali si accumulano i detriti di falda e i depositi di crollo conseguenti al progressivo arretramento del bordo dello stesso.

Il settore in studio si colloca al margine settentrionale del plateau basaltico, dove l'erosione lo ha smantellato creando una cornice particolarmente acclive, che si rastrema verso valle con i sottostanti livelli miocenici.

Nelle parti più ripide delle cornici basaltiche che costeggiano i sedimenti miocenici, si notano frequenti fenomeni di crollo che portano al franamento dei blocchi rocciosi lungo i versanti e alla formazione di piccole falde di detrito.

La pianura è costituita dai sedimenti alluvionali di età quaternaria; la morfologia della piana mostra una debole vergenza verso i quadranti nord-occidentali; si presenta come una superficie piana e monotona, interrotta solo sporadicamente da leggere ondulazioni.

2.2.3 Inquadramento idrologico superficiale

Il reticolo di drenaggio è fondamentalmente costituito da una serie di vallecole più o meno sviluppate che incidono il plateau con andamento sinuoso, vergenti verso nord ovest. I corsi d'acqua sono direttamente legati agli eventi meteorici, con piccole portate e regime stagionale come il Riu Pedra Dina a nord, il Rio Badde Suerzu a sud, i quali confluiscono verso il corso d'acqua più importante nell'area costituito dal Riu Archennero, che incide profondamente i basalti, ha andamento meandri forme con direzione nord est-sud ovest. Appare evidente un forte controllo tettonico strutturale sull'impostazione dell'idrografia superficiale.

2.2.4 Inquadramento idrogeologico

L'area della ricerca è interamente formata dagli espandimenti basaltici la cui permeabilità complessiva è data per fessurazione da medio-bassa a bassa; localmente, in corrispondenza di facies particolarmente fessurate, vescicolari e cavernose, la permeabilità per fessurazione e subordinatamente per porosità, può arrivare a medio-alta.

Pertanto, questi litotipi consentono una infiltrazione generalmente limitata. Ciò è testimoniato anche dalla scarsa presenza di sorgenti naturali perenni, per lo più dovute a locali fratturazioni dello strato basaltico o a lame d'acque scorrenti tra due strati contigui o lungo i piani di dislocazione più o meno verticali nei litotipi più competenti.

In generale si riscontra la presenza di acquiferi alla base della copertura basaltica, al contatto con le marne basali, le quali costituiscono un settore di accumulo idrico per via della loro bassa permeabilità, ad una profondità compresa tra i 20 m e i 45-50 m, a seconda dello spessore della coltre basaltica e della morfologia del basamento miocenico.

Gli acquiferi più produttivi però si rinvennero sul substrato terziario al di sotto della copertura basaltica, talora anche a profondità di circa 200 m.

2.2.5 Caratterizzazione sismica

Le NTC 2018 fissa i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e aggiorna le norme tecniche per le costruzioni nelle medesime zone.

L'art. 2 dell'Ordinanza OPCM 3274 del 2003 prevede che siano le Regioni, sulla base dei Criteri generali indicati dallo Stato ad individuare, formare ed aggiornare l'elenco delle zone sismiche.

Le Zone Sismiche sono fissate in numero di quattro, in funzione di quattro valori significati delle accelerazioni sismiche di progetto. Tutta la Sardegna appartiene alla Zona Sismica 4. L'assegnazione a tutto il territorio regionale della Sardegna a questa zona è stata in seguito confermata nell'Ordinanza del 2006 (OPCM 3519).

Sismicità storica

La sismicità storica dell'area interessata dall'opera in progetto è stata analizzata consultando i cataloghi più aggiornati, considerando un intervallo temporale che va dal mondo antico all'epoca attuale.

Attualmente la sismicità di una certa porzione di territorio italiano viene definita attraverso l'utilizzo di determinati coefficienti, organizzati e definiti sulla base di alcune leggi che hanno cercato di dare ordine ad un insieme disordinato di elementi che non sempre permettevano di esprimere con esattezza e completezza la sismicità di un certo territorio. Questa è funzione della distribuzione geografica dei terremoti, della loro frequenza, intensità, energia, natura, e della correlazione con gli elementi geologici. L'acquisizione e l'elaborazione di tutti questi fattori rimane assai difficile e complessa; quindi, l'elemento principale su cui ci si basa per definire la sismicità di un territorio è l'attitudine di una regione ad essere soggetta ai terremoti in relazione agli effetti prodotti dalle scosse.

Una ricostruzione su base storica della sismicità di una certa regione presenta dei limiti tangibili, in particolar modo per la Sardegna, dove gli eventi tettonici si sono susseguiti su scale di tempo sicuramente molto più dilatate rispetto ad altre zone d'Italia o del Mediterraneo. A ciò si lega la scarsità di fonti documentarie, le quali essendo fondamentalmente legate all'uso della scrittura, non possono essere pertanto testimoniati dai popoli nuragici. Pertanto, eventuali eventi anche disastrosi non hanno lasciato testimonianze dirette. La sismologia storica in Sardegna si scontra quindi con difficoltà notevoli; ciononostante recenti studi archeologici sui crolli delle torri nuragiche evidenziano tracce di paleo sismicità lungo alcune direttrici tettoniche principali, ad ulteriore testimonianza di come la grossolana definizione della Sardegna come "terra asismica" si scontri con evidenti tracce di una certa vivacità tettonica, passata ma anche recente. Essa è in parte testimoniata dalla cartografia prodotta dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT), uno dei Gruppi Nazionali di ricerca scientifica di cui si avvale il Servizio Nazionale della Protezione Civile. Infatti, in una carta prodotta nel 1996, sulla base degli eventi sismici descritti nei cataloghi nazionali parte della Sardegna settentrionale veniva indicata come soggetta a scosse del V grado M.C.S. con tempi di ritorno $T = 475$ anni.

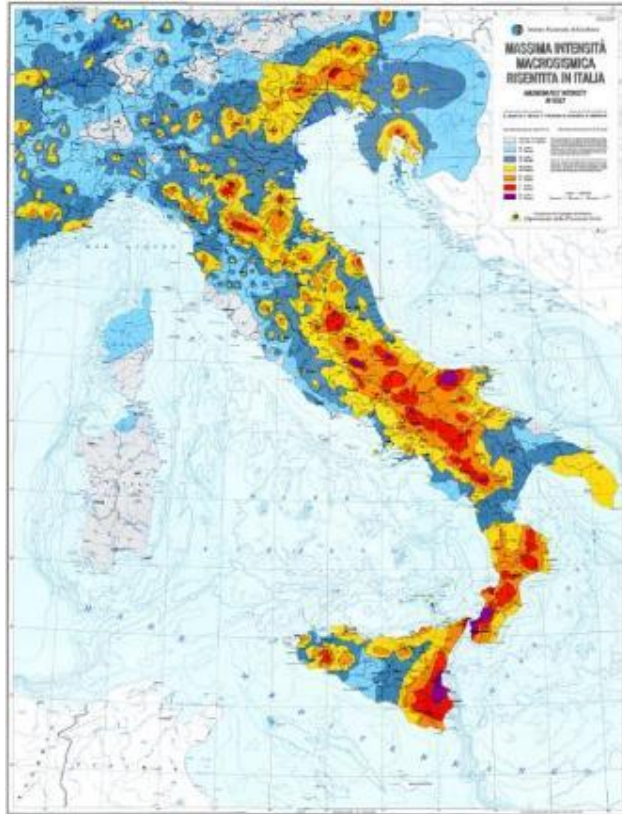


Figura 2.9 - Massima intensità macrosismica risentita in Italia

Anche la carta della “Massima intensità macrosismica risentita in Italia” del 1995 viene indicata parte della Gallura settentrionale come soggetta ad eventi sismici passati del VI grado M.C.S.

La distribuzione dei terremoti storici nell’area di interesse del progetto, estratti dal catalogo CPTI15 e dal database DBMI15 (Figura 2.10), dimostra che la zona in studio è caratterizzata da un livello di sismicità molto basso, sia dal punto di vista della frequenza di eventi, che dei valori di magnitudo.

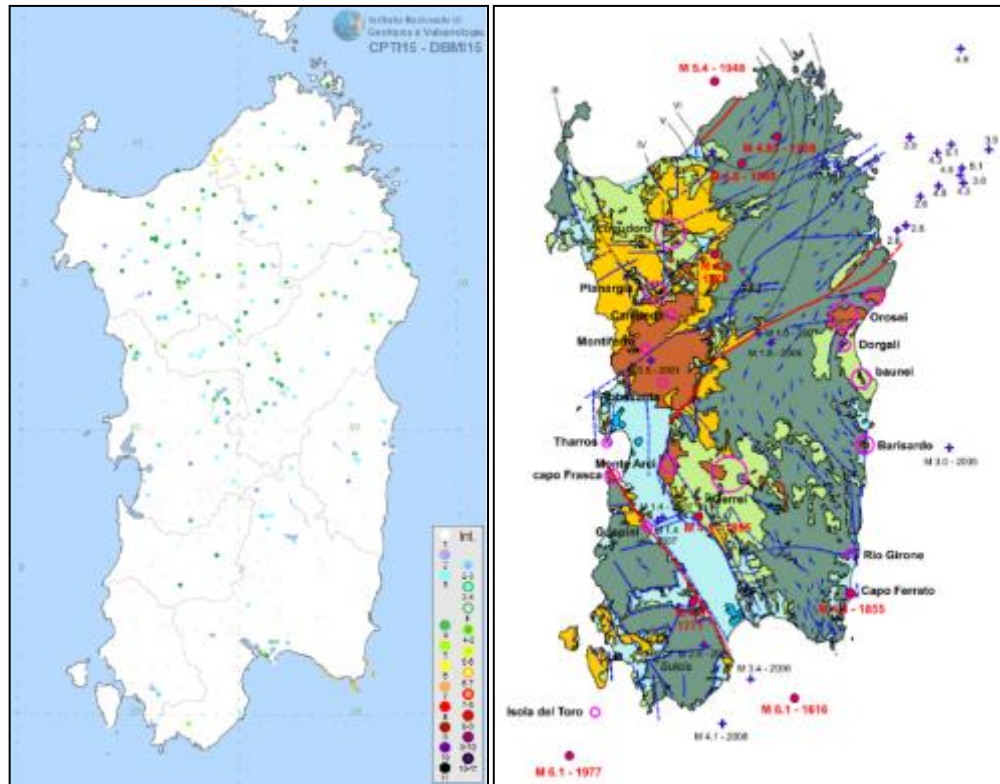


Figura 2.10 - Epicentri da catalogo INGV (sx) e Principali epicentri su schema strutturale (dx)

Pericolosità sismica di base

Allo stato attuale, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita su un reticolo di riferimento e per diversi intervalli di riferimento (periodo di ritorno).

Il reticolo di riferimento delle NTC 2018 suddivide l'intero territorio italiano in maglie elementari di circa 10 Km per 10 Km, per un totale di 10751 nodi, definiti in termini di coordinate geografiche. Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno (T_r) considerati dalla pericolosità sismica, sono forniti tre parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto:

- a_g = accelerazione orizzontale massima attesa al bedrock con superficie topografica orizzontale (espressa in $g/10$);
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (espresso in s).

Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito dipende dalla posizione dell'opera rispetto ai nodi del reticolo di riferimento.

Le accelerazioni orizzontali massime attese al bedrock (a_g) non sono più valutate genericamente sulla base dell'appartenenza del comune in cui realizzare l'opera ad una zona sismica, ma sono calcolate in funzione dell'effettiva posizione geografica del sito ove sarà realizzata l'opera.

In particolare, la classificazione sismica del territorio nazionale è articolata in 4 zone a diverso grado di sismicità espresso dal parametro a_g = accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A.

La Sardegna è classificata come categoria 4.

Tabella 2.2 - Classificazione sismica

ZONA A PERICOLOSITÀ SISMICA	
ZONA	DEFINIZIONE
1	È la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti
2	Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti
3	I comuni inseriti in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti
4	È la zona meno pericolosa

I valori convenzionali di a_g espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ed assumono i valori riportati nella tabella sottostante.

Tabella 2.3 - Valori massimi di a_g attesi per zona sismica

ZONA	VALORE DI A_g
1	0.35g
2	0.25g
3	0.15g
4	0.05g

Per il calcolo dei parametri necessari alla determinazione delle azioni sismiche di progetto si rimanda al rif. "AE-IT028-08-2022-0001_Relazione geologica e geotecnica".

Sulla base delle risultanze di indagine effettuate nella zona e non considerando cautelativamente l'aumento delle caratteristiche geotecniche dei terreni con la profondità, si è ipotizzata la seguente categoria di suolo presente in sito:

Tabella 2.4 - Categoria di suolo in sito

CATEGORIA	DESCRIZIONE
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

2.2.6 Caratterizzazione geotecnica

La definizione dell'assetto geologico-stratigrafico locale di dettaglio si basa sull'esecuzione di due prove penetrometriche dinamiche continue nell'area interessata dal progetto e da una indagine geofisica con metodologia sismica MASW, le quali hanno consentito la verifica diretta della stratigrafia di dettaglio fino alla profondità di circa 0.5 m, e la stratigrafia di minor dettaglio con metodi sismici fino alla profondità di oltre 30 m.

In particolare, la prova penetrometrica ha individuato un substrato costituito da un livello superficiale di sottili suoli argillosi molto poco addensati fino alla profondità massima di 0.5 m, per poi incontrare un livello lapideo costituito da basalti più o meno fratturati nei livelli più superficiali, per poi diventare piuttosto competenti in profondità. Lo spessore della copertura basaltica non è comunque facilmente determinabile, perché la stratigrafia sismica non ha evidenziati particolari variazioni dello stato di densità delle rocce basali terziarie rispetto alla parte basale dei basalti. Ad ogni modo risulta evidente un substrato roccioso nel complesso piuttosto massivo e competente.

Le indagini eseguite e la stratigrafia locale generale nota da dati di letteratura, hanno permesso la definizione del modello geologico di dettaglio locale atto a definire il volume significativo di terreno influenzato dalle fondazioni della struttura in progetto.

Facendo riferimento al punto mediano dell'area in studio il modello geologico di riferimento può così essere definito:

1. 0.0 – ~0.4 m: terreno vegetale molto poco addensato. OLOCENE
2. 0.4 – 6.0 m: basalti. PLEISTOCENE
3. 6.0 – ~30 m: calcareniti più o meno massive. OLIGOCENE – MIOCENE INF.-MEDIO

I parametri geotecnici indicati nella tabella sottostante, sono stati ottenuti utilizzando i valori caratteristici, in alcuni casi ulteriormente ridotti in via cautelativa dallo scrivente, in modo da poter essere ragionevolmente certi che i valori utilizzati nella progettazione strutturale siano ampiamente verificati.

Per il livello alluvionale si è cautelativamente posto coesione nulla, trattando le terre come esclusivamente incoerenti.

Per il substrato lapideo si sono utilizzati dei valori notevolmente ridotti rispetto a quanto ottenute con le formule empiriche precedentemente illustrate.

Tabella 2.5 – Stratigrafia geologica e geotecnica di massima

STRATO	PARAMETRI		VALORI CARATTERISTICI
Suolo argilloso da 0 a 0.5 m	peso di volume	Γ	15 kN/mc
	Coesione	c'	20 kPa
	Angolo attrito	φ'	0.0°
	Coesione non drenata	C_u	40 kPa
	Modulo Edometrico	E_d	2 MPa
	Modulo Elastico	E_y	5 MPa
Basalti da 0.5 m a 6 m	peso di volume	Γ	22.5 kN/mc
	Coesione	c'	400 kPa
	Angolo attrito	φ'	60°
	Coesione non drenata	C_u	800 kPa
	Modulo Edometrico	E_d	1000 MPa
	Modulo Elastico	E_y	1250 Mpa
Calcareniti da 6 m a ~30 m	peso di volume	Γ	23.5 kN/mc
	Coesione	c'	600 kPa
	Angolo attrito	j'	60°
	Coesione non drenata	C_u	1200 kPa
	Modulo Edometrico	E_d	1500 Mpa
	Modulo Elastico	E_y	2000 Mpa



Sulla base di quanto precedentemente esposto, il substrato roccioso destinato ad ospitare le fondazioni dei tralicci atti a sostenere i pannelli fotovoltaici si presenta, nel suo complesso, in grado di poter sostenere i carichi indotti dalla struttura senza deformazioni o cedimenti.

3. STATO DI PROGETTO

3.1 CRITERI DI PROGETTAZIONE

I criteri con cui è stata realizzata la progettazione definitiva dell'impianto fotovoltaico fanno riferimento sostanzialmente a:

- scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto fotovoltaico con doppia tipologia di strutture: a terra tipo mobile (tracker) e a terra di tipo fisso; entrambi con tecnologia moduli Bifacciali;
- ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica realizzata mediante orientamento a Sud (Azimut 0°) dei moduli su struttura fissa e orientamento dinamico dei moduli posizionati su strutture mobili;
- disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.
- rispetto dei vincoli presenti sull'area nella predisposizione del layout finale;
- rispetto dei requisiti per gli Impianti Agrivoltaici definiti dalle Linee Guida ministeriali;

Oltre a queste assunzioni preliminari si è proceduto tenendo conto di:

- rispetto delle leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- soddisfazione dei requisiti di performance dell'impianto;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- ottimizzazione del rapporto costi/benefici;
- impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto, al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.

3.2 DISPONIBILITÀ DI CONNESSIONE

La richiesta di connessione per l'impianto oggetto di questa relazione è stata effettuata dalla società Green Leaf S.r.l.

La soluzione tecnica minima generale (STMG) di connessione è stata elaborata ed emessa da Terna S.p.a. con codice pratica (CP) 202200042 e accettata dalla società Green Leaf S.r.l. in data 30 maggio 2022. Successivamente è stata volturata alla società Giraffe CE 2 S.r.l. (la proponente del progetto) in data 5 Luglio 2022.

La soluzione tecnica minima generale elaborata prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica della RTN a 220/36 kV da inserire in entra-esce alla linea 220 kV "Codrongianos – Ottana".

3.3 LAYOUT DI IMPIANTO

Il layout d'impianto è stato sviluppato secondo le seguenti linee guida:

- Analisi vincolistica;
- scelta della tipologia impiantistica;
- ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica;
- disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

L'area dedicata all'installazione dei pannelli fotovoltaici è suddivisa in 21 sezioni denominate S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, e S21; i dettagli relativi alla potenza, alla tipologia e al numero di strutture e ai moduli presenti in ciascuna sezione sono riportati nella Tabella 3.1.

Tabella 3.1 - Descrizione Layout suddiviso per sezioni di impianto

SEZIONE	FISSO 1X14	FISSO 1X28	TRACKER 1X14	TRACKER 1X28	NUMERO MODULI	POTENZA [MWP]	TRAFO [KVA]	NUMERO CABINE
S1	-	-	0	16	448	0,31	3200	-
S2	10	15	-	-	560	0,39	3200	-
S3	-	-	10	21	728	0,50	3200	-
S4	-	-	24	45	1.596	1,10	3200	1
S5	-	-	10	9	392	0,27	3200	-
S6	-	-	20	39	1.372	0,95	3200	-
S7	46	353	-	-	10.528	7,26	3200	2
S8	-	-	4	9	308	0,21	3200	-
S9	-	-	14	34	1.148	0,79	3200	-
S10	-	-	12	14	560	0,39	3200	-
S11	-	-	10	22	756	0,52	3200	1
S12	-	-	26	31	1.232	0,85	3200	1
S13	-	-	10	10	420	0,29	3200	-
S14	6	20	-	-	644	0,44	3200	-
S15	28	125	-	-	3.892	2,69	3200	1
S16	20	112	-	-	3.416	2,36	3200	-
S17	-	-	20	52	1.736	1,20	3200	1
S18	-	-	30	175	5.320	3,67	3200	1
S19	-	-	40	203	6.244	4,31	3200	1
S20	-	-	44	148	4.760	3,28	3200	1
S21	-	-	8	13	476	0,33	3200	-
TOTALE	110	625	282	841	46.508	32,11	-	10

Il layout dell'impianto è stato progettato considerando le seguenti specifiche, per strutture fisse:

- Larghezza massima struttura in pianta: 2,00 m;
- altezza massima palo struttura: 1,823 m;
- altezza massima struttura: 2,628 m;
- altezza minima struttura: 1,30 m;
- pitch (distanza palo-palo) tra le strutture: 5,00 m;
- larghezza viabilità del sito: 4,00 m;
- disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in 1 fila (1p);

Inoltre, il layout dell'impianto è stato progettato considerando le seguenti specifiche, per strutture mobili (tracker):

- larghezza massima struttura in pianta: 2,384 m;
- altezza massima palo struttura: 2,380 m;
- altezza massima struttura: 3,385 m;
- altezza minima struttura: 1,30 m;
- pitch (distanza palo-palo) tra le strutture: 5,00 m;
- larghezza viabilità del sito: 4,00 m;
- disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in 1 fila (1p);

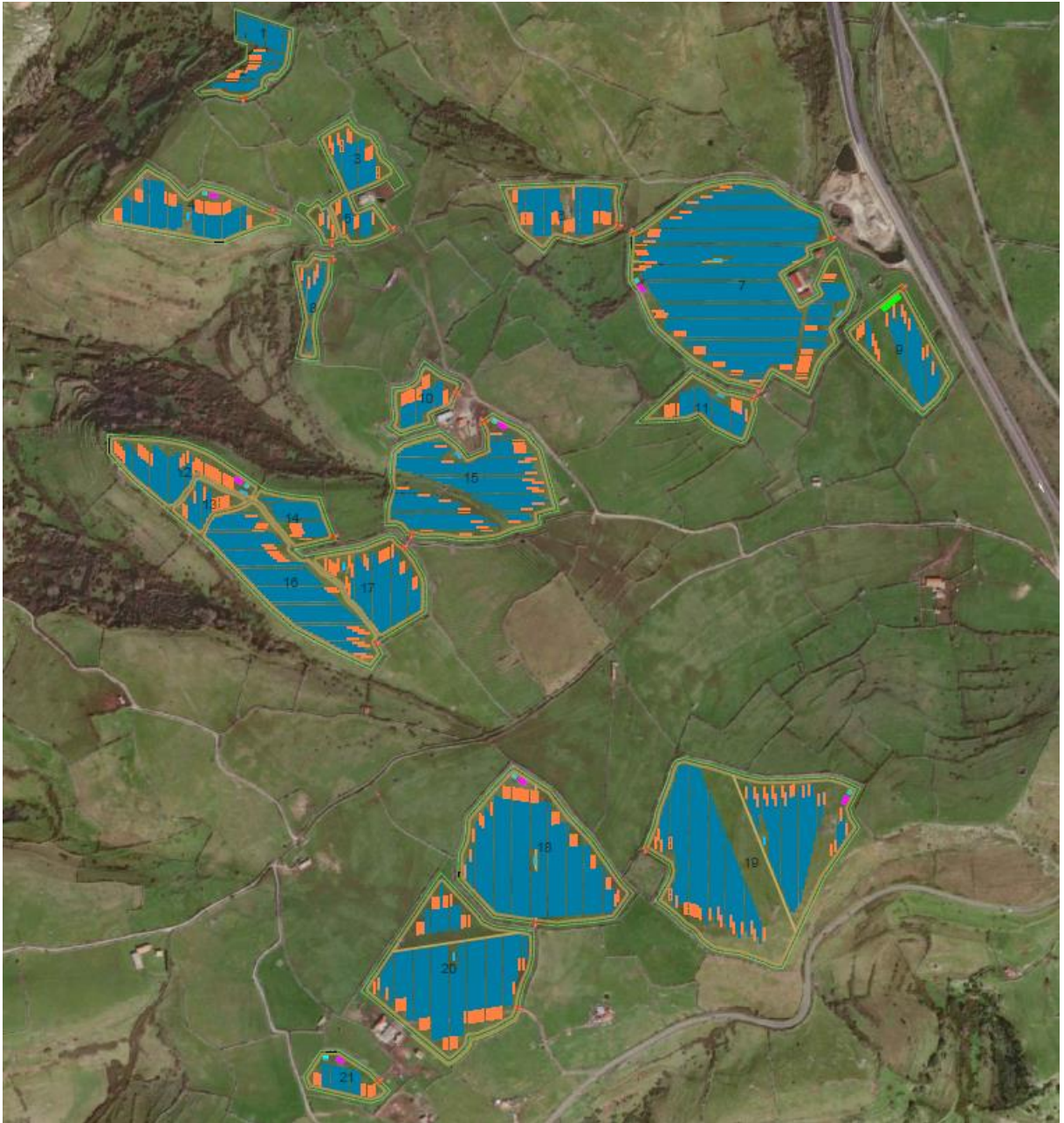


Figura 3.1 - Layout di progetto

3.4 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico con potenza nominale di picco pari a 32,11 MW è così costituito da:

- n.1 Cabina di Smistamento. Le Cabine di Smistamento hanno la funzione di raccogliere le terre provenienti dalle Cabine di Campo, presenti nei vari sottocampi. Le cabine saranno posizionate in maniera strategica all'interno dell'impianto. Nella stessa area all'interno della cabina sarà presente i quadri contenenti i dispositivi generali DG, di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo;
- n. 10 Cabine di Campo. Le Cabine di Campo avranno la funzione di elevare la tensione da bassa tensione a livello di media tensione; esse saranno collegate tra di loro in configurazione radiale e in posizione più possibile baricentrica rispetto ai sottocampi fotovoltaici in cui saranno

convogliati i cavi provenienti dagli inverter di stringa che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;

- n.8 Uffici e n.8 Magazzini ad uso del personale, installati in coppie (ufficio + magazzino) in ogni sezione dell'impianto;
- i moduli fotovoltaici saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno di due tipologie: strutture fisse e strutture mobili (tipo tracker) entrambe fondate su pali trivellati nel terreno;
- L'impianto è completato da:
 - tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di distribuzione nazionale;
 - opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, monitoraggio, cancelli e recinzioni.

L'impianto dovrà essere in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad esempio: quadri di alimentazione, illuminazione). Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi di emergenza verranno alimentati da un generatore temporaneo di emergenza, che si ipotizza possa essere rappresentato da un generatore diesel.

Di seguito si riporta la descrizione dei principali componenti d'impianto; per dati di tecnici maggior dettaglio si rimanda alle relazioni e agli elaborati dedicati.

3.4.1 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell'impianto, saranno di prima scelta, del tipo silicio monocristallino a 132 celle, di tipologia bifacciale, indicativamente della potenza di 690 W_p, della marca Canadian Solar dotati di scatola di giunzione (Junction Box) installata sul lato posteriore del modulo, con cavetti di connessione muniti di connettori ad innesto rapido, al fine di garantire la massima sicurezza per gli operatori e rapidità in fase di installazione.

3.4.2 Strutture di supporto dei moduli fotovoltaici

Il progetto prevede l'impiego di due tipologie di strutture metalliche di supporto: struttura di tipo fisso e struttura di tipo mobile (tracker).

Struttura metallica di tipo fisso

Il progetto prevede l'impiego di una struttura metallica di tipo fisso, in acciaio zincato a caldo, adeguatamente dimensionati e con fondazione su pali trivellati nel terreno.

Sono strutture completamente adattabili alle dimensioni del pannello fotovoltaico, alle condizioni geotecniche del sito ed alla quantità di spazio di installazione disponibile e l'intero sistema di supporto dei moduli è dimensionato in modo tale da resistere alle sollecitazioni dovute al carico vento e neve e alle sollecitazioni sismiche.

Saranno realizzate montando profili speciali in acciaio zincato a caldo, imbullonati mediante staffe e pezzi speciali. Le travi portanti orizzontali, posate su longheroni agganciati direttamente al sostegno verticale, formeranno i piani inclinati per l'appoggio dei moduli con un tilt (angolo) fisso pari a 33° per il sito in oggetto.

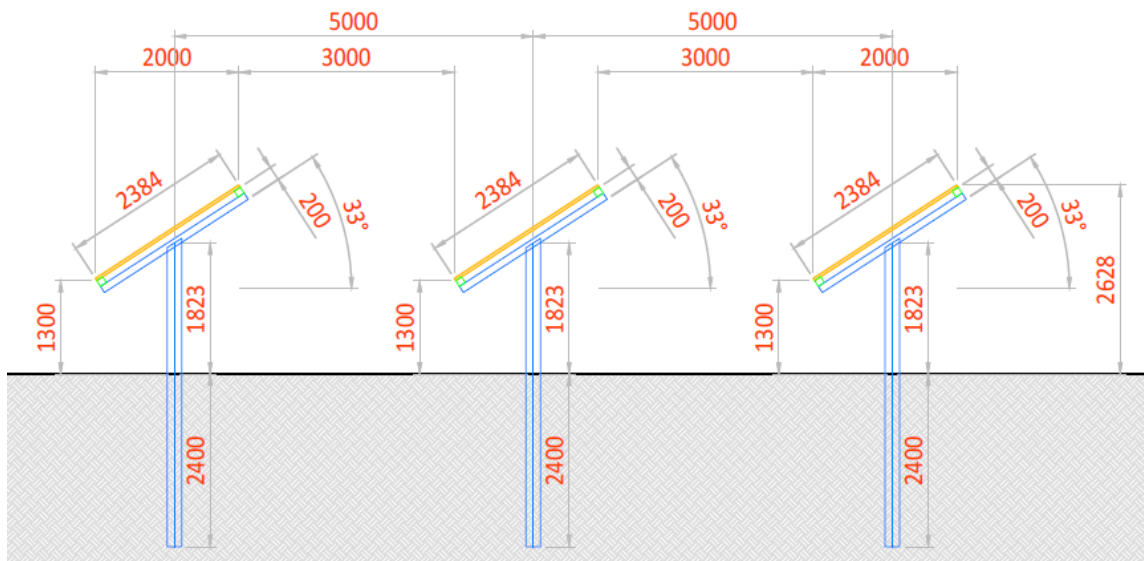


Figura 3.2 - Particolare costruttivo struttura fissa



Figura 3.3 - Esempio di struttura di tipo fisso

Si compongono in generale dei seguenti elementi:

1. pali di lunghezza variabile in base alle caratteristiche geotecniche dell'area di infissione;
2. testa palo in acciaio zincato a caldo;
3. corrente e profilo di supporto in acciaio zincato a caldo;
4. profili di supporto moduli, in acciaio zincato a caldo;
5. morsetti per l'ancoraggio dei moduli ai profili.

Per quanto riguarda i pali di supporto collocati nel terreno, in fase esecutiva potrebbero essere adottati degli accorgimenti puntuali di protezione, in alcune aree soggette a erosione da acque di corrivazione o caratterizzate da terreni con caratteristiche geotecniche non idonee alla tipologia di palo.

Riepilogando, saranno installate in totale:

- n. 110 strutture fisse con configurazione 14x1;
- n. 625 strutture fisse con configurazione 28x1.

Struttura metallica mobile (di tipo tracker)

Parte del progetto prevede l'impiego di una struttura metallica di tipo tracker con fondazione su pali trivellati nel terreno ed in grado di esporre il piano ad un angolo di tilt pari a $+60^\circ$ - 60° .

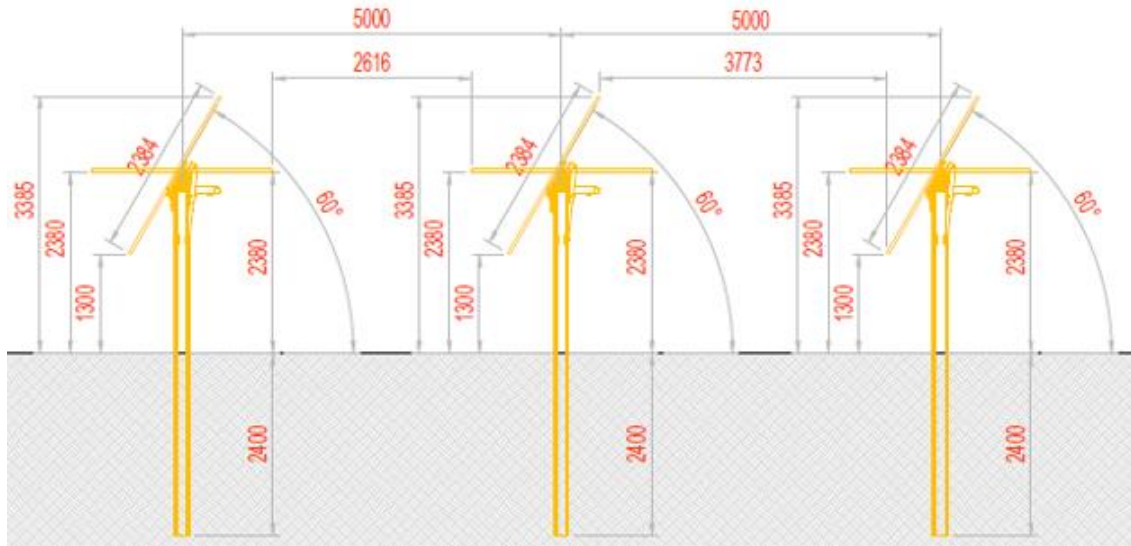


Figura 3.4 - Particolare costruttivo strutture mobili (tracker)



Figura 3.5 - Esempio di struttura di tipo mobile (tracker) monoassiale con configurazione 1p

In via preliminare è prevista sono state previste due tipologie di portali costituiti rispettivamente da 14 e 28 moduli, montati con una disposizione su una fila in posizione verticale (1p). Tale configurazione potrà variare in conseguenza della scelta definitiva del tipo di modulo fotovoltaico.

Saranno installate in totale:

- n. 282 strutture fisse con configurazione 14x1;

- n. 841 strutture fisse con configurazione 28x1.

Durante la fase esecutiva sarà definita la miglior tecnologia da utilizzare per l'esecuzione del pre-foro, necessario per la realizzazione della fondazione.

3.4.3 *Inverter*

L'impianto sarà dotato di inverter di stringa posizionati in maniera distribuita, atti alla conversione della corrente continua in corrente alternata (costituiti da uno o più inverter in parallelo), agendo come generatore di corrente, attuano il condizionamento e il controllo della potenza trasferita.

I gruppi di conversione sono basati su inverter statici a commutazione forzata (con tecnica PWM) ed in grado di operare in modo completamente automatico, inseguendo il punto caratteristico della curva di massima potenza (MPPT) del campo fotovoltaico.

3.4.4 *Cabine di Campo*

Le Cabine di Campo hanno la funzione di elevare il livello di tensione della corrente da bassa tensione (BT) a media tensione (MT).

Per le cabine vengono usate cabine monolitiche auto-portanti prefabbricate in sandwich d'acciaio o calcestruzzo, trasportabili su camion in un unico blocco già assemblate ed allestite delle apparecchiature elettromeccaniche di serie (Incluso trasformatore). Si appoggia a basamenti di tipo prefabbricato e sono totalmente recuperabili. Sono realizzate con pannellature e strutture in acciaio zincato a caldo, con finiture esterne che garantiscono la minima manutenzione per tutta la vita utile del cabinato; in alternativa saranno realizzate in calcestruzzo vibrato confezionato con cemento ad alta resistenza adeguatamente armato con pareti internamente ed esternamente trattate con un rivestimento murale plastico idrorepellente costituito da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo, ossidi coloranti ed additivi che garantiscono il perfetto ancoraggio sulla parete, inalterabilità del colore e stabilità agli sbalzi di temperatura. L'elemento di copertura sarà munito di impermeabilizzazione e con funzione protettiva e riflettente dei raggi solari.

Quadri BT/AT

All'interno delle Cabine di Campo saranno presenti i quadri e le celle necessarie per il trasporto dell'energia prodotta nonché per l'alimentazione dei carichi ausiliari dell'impianto.

3.4.5 *Cabine di Smistamento*

All'interno della cabina di Smistamento saranno presenti i quadri necessari per il trasporto dell'energia prodotta nonché per l'alimentazione dei carichi ausiliari dell'impianto.

Nelle Cabine di Smistamento confluiranno tutti i cavi provenienti dalle diverse Cabine di Campo presenti nell'impianto, da tali cabinati partirà la linea di connessione verso la nuova stazione elettrica di trasformazione (SE). Nella stessa area all'interno delle cabine sarà presente il quadro QMT contenente i dispositivi generali DG di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo.

3.4.6 *Cavi di potenza BT, AT*

Le linee elettriche prevedono conduttori di tipo idoneo per le sezioni d'impianto (continua, alternata bassa tensione, alternata alta tensione) in rame e in alluminio. Il dimensionamento del conduttore è a norma CEI e la scelta del tipo di cavi è armonizzata anche con la normativa internazionale. L'esperienza costruttiva ha consentito l'individuazione di tipologie di cavi (formazione, guaina, protezione ecc.) che garantiscono una durata di esercizio ben oltre la vita dell'impianto anche in condizioni di posa sollecitata.

3.4.7 Cavi di controllo e TLC

Le linee elettriche prevedono conduttori di tipo idoneo per le tre sezioni d'impianto (continua, alternata bassa tensione, alternata alta tensione) in rame e in alluminio. Il dimensionamento del conduttore è a norma CEI e la scelta del tipo di cavi è armonizzata anche con la normativa internazionale. L'esperienza costruttiva ha consentito l'individuazione di tipologie di cavi (formazione, guaina, protezione ecc.) che garantiscono una durata di esercizio ben oltre la vita dell'impianto anche in condizioni di posa sollecitata.

Sia per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio che di security verranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- Cavi in rame multipolari twistati e non;
- cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati.

3.4.8 Recinzione

È prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto, la recinzione sarà formata da rete metallica a pali fissati nel terreno con plinti.

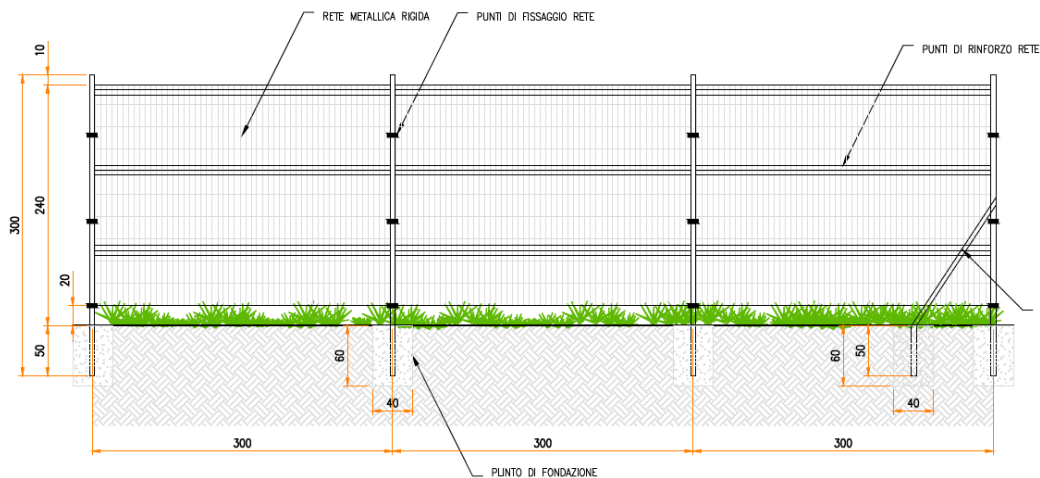


Figura 3.6 - Particolare costruttivo recinzione

Si prevede che la recinzione sia opportunamente sollevata da terra di circa 20 cm per non ostacolare il passaggio della fauna selvatica.

Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione, è prevista l'installazione di 21 cancelli carrabili.

3.4.9 Viabilità del sito

In assenza di viabilità esistente adeguata sarà realizzata una strada in misto granulometrico per garantire l'ispezione dell'area di impianto dove necessario e per l'accesso alle piazzole delle cabine. Le strade di progetto, sia perimetrali che interne all'impianto, sono previste con una larghezza pari a 4 metri.

La scelta della tipologia pacchetto stradale è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

Le opere viarie saranno costituite da:

- regolarizzazione di pulizia del terreno, per uno spessore adeguato (circa 30 cm);
- rullatura del piano ottenuto fino al raggiungimento di un modulo di deformazione "Md" ≥ 15 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 50 e 150 kPa. Nel caso questa condizione non fosse raggiungibile si dovrà procedere alla sostituzione di ulteriori circa 30 cm di terreno naturale con altro materiale arido scelto proveniente da cave;
- fornitura e posa in opera di geosintetico tessuto non tessuto;
- fornitura e posa in opera di uno strato in misto granulometrico di pezzatura media (strato di fondazione – spessore 30 cm). Rullatura del piano ottenuto fino al raggiungimento di un modulo di deformazione "Md" ≥ 20 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 50 e 150 kPa;
- fornitura e posa in opera di uno strato in misto granulometrico di pezzatura fine (strato di finitura – spessore 10 cm). Rullatura del piano ottenuto fino al raggiungimento di un modulo di deformazione "Md" ≥ 30 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 50 e 150 kPa;

3.5 CONNESSIONE ALLA RTN

L'impianto sarà connesso in parallelo alla rete di trasmissione nazionale e saranno rispettate le seguenti condizioni (CEI 0-16):

- il parallelo non deve causare perturbazioni alla continuità e qualità del servizio della rete pubblica per preservare il livello del servizio per gli altri utenti connessi;
- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente in assenza di alimentazione della rete di distribuzione o qualora i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano entro i valori consentiti;
- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente se il valore di squilibrio della potenza generata da impianti trifase realizzati con generatori monofase non sia compreso entro il valore massimo consentito per gli allacciamenti monofase.

Ciò al fine di evitare che (CEI 0-16):

- in caso di mancanza di tensione in rete, l'utente attivo connesso possa alimentare la rete stessa;
- in caso di guasto sulle linee elettriche, la rete stessa possa essere alimentata dall'impianto fotovoltaico ad essa connesso,
- in caso di richiusura automatica o manuale di interruttori della rete di distribuzione, il generatore fotovoltaico possa trovarsi in discordanza di fase con la tensione di rete, con possibile danneggiamento del generatore stesso.

L'impianto sarà inoltre provvisto dei sistemi di regolazione e controllo necessari per il rispetto dei parametri elettrici secondo quanto previsto nel regolamento di esercizio, da sottoscrivere con il gestore della rete alla messa in esercizio dell'impianto.

La soluzione tecnica minima generale elaborata prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica della RTN a 220/36 kV da inserire in entra-esce alla linea 220 kV "Codrongianos – Ottana".

Di seguito il percorso di connessione in cavidotto 36 kV, con lunghezza pari a circa 13 km, tra l'impianto e la nuova SE.

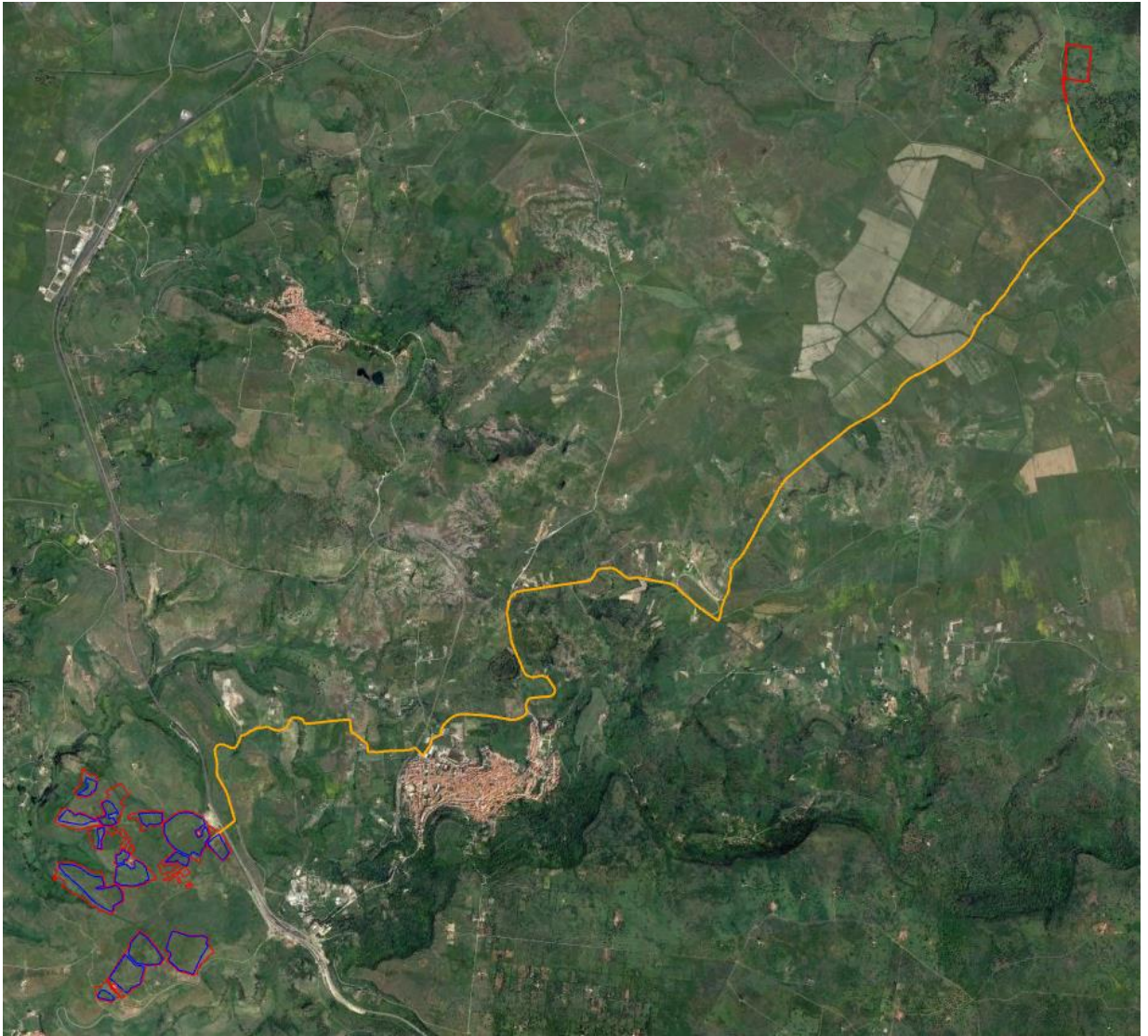


Figura 3.7 - Collegamento linea di connessione a 36 kV

Si rimanda al progetto di connessione per i contenuti di dettaglio del cavidotto.

Nelle cabine di consegna e di utenza saranno presenti tutti gli elementi di protezione, sezionamento e misura per la corretta connessione dell'impianto alla RTN; nelle stesse saranno localizzati i punti di misura fiscale principale e bidirezionale e le protezioni generale DG e di interfaccia DI richieste dalla norma CEI 0-16 e dal codice di rete e-distribuzione.

3.6 FASI DI COSTRUZIONE

La realizzazione dell'impianto sarà avviata immediatamente a valle dell'ottenimento dell'autorizzazione alla costruzione.

La fase di costruzione vera e propria avverrà successivamente alla predisposizione dell'ultima fase progettuale, consistente nella definizione della progettazione esecutiva, che completerà i calcoli in base alle scelte di dettaglio dei singoli componenti.

In ogni caso, per le varie sezioni di impianto la sequenza delle operazioni sarà la seguente:

1. Progettazione esecutiva di dettaglio;
2. Costruzione;
 - o opere civili

- accessibilità all'area ed approntamento cantiere
- preparazione terreno mediante rimozione vegetazione e livellamento
- realizzazione viabilità di campo
- realizzazione recinzioni e cancelli ove previsto
- preparazione fondazioni cabine
- posa pali
- posa strutture metalliche
- scavi per posa cavi
- realizzazione/posa locali tecnici: Cabine di Campo, Cabine di Smistamento, Cabina di Raccolta
- realizzazione canalette di drenaggio
- opere impiantistiche
 - messa in opera e cablaggi moduli FV
 - installazione inverter e trasformatori
 - posa cavi e quadristica BT
 - posa cavi e quadristica AT
 - allestimento cabine
- opere a verde
- commissioning e collaudi.

Per quanto riguarda le modalità operative di costruzione si farà riferimento alle scelte progettuali esecutive.

3.7 SCAVI E MOVIMENTI DI TERRA

Le attività di movimento terra previste si limiteranno a:

- Regolarizzazione: interesseranno lo strato più superficiale di terreno;
- realizzazione di viabilità interna: la viabilità interna alla centrale fotovoltaica sarà costituita da tratti esistenti e da tratti di strada di nuova realizzazione tutti inseriti nelle aree contrattualizzate. Per l'esecuzione dei tratti di viabilità interna di nuova costruzione si realizzerà un rilevato di spessore di 40 cm circa utilizzando il materiale fornito da cava autorizzata;
- formazione piano di posa di platee di fondazione cabine. In base alla situazione geotecnica di dettaglio, nelle aree individuate per l'installazione dei manufatti sarà da prevedere o una compattazione del terreno in sito, o la posa e compattazione di materiale e la realizzazione di platea di sostegno in calcestruzzo. La movimentazione della terra interesserà solo lo strato più superficiale del terreno;
- scavi per posizionamento linee MT. Si prevedono lavori di scavo a sezione ristretta prevalentemente per i cavidotti MT. Il layout dell'impianto e la disposizione delle sue componenti sono stati progettati in modo da minimizzare i percorsi dei cavidotti, così da minimizzare le cadute di tensione. Il trasporto di energia in MT avverrà principalmente mediante cavo in tubazione corrugata o, per la maggior parte, con cavi idonei per interrimento diretto, posti su letto di sabbia, all'interno di uno scavo a sezione ristretta circa 1.3 metri e larghezza variabile da 0,8 a 1,4

metri. Ulteriori tipologie di posa sono previste laddove sono presenti caratterizzazioni sensibili del terreno o delle possibilità tecniche di posa;

- scavi per posa cavidotti interrati in BT/CC, dati e sicurezza: si prevedono lavori di scavo a sezione ristretta prevalentemente per i cavidotti principali BT/CC. Il trasporto di energia BT/CC e dati avviene principalmente mediante cavo in tubazione corrugata interrata o con cavi idonei per interrimento diretto, posta all'interno di uno scavo a sezione ristretta profondo circa 0,30-0,60 m, posto su di un letto di sabbia. Nel caso di substrati rocciosi si prevedono lavori di posizionamento in appoggio diretto sul terreno di opportuni manufatti in calcestruzzo certificati ed adatti canali alla posa dei cavi in media Tensione. Ulteriori tipologie di posa sono previste laddove sono presenti caratterizzazioni sensibili del terreno o delle possibilità tecniche di posa si potranno prevedere pose fuori terra in manufatti dedicati. La movimentazione terra interesserà solo lo strato più superficiale del terreno (max 60 cm).

3.8 PERSONALE E MEZZI

Per la realizzazione di un'opera di questo tipo ed entità, si prevede di utilizzare le seguenti principali attrezzature e figure professionali:

- Mezzi d'opera:
 - Gru di cantiere e muletti.
 - Macchina pali.
 - Attrezzi da lavoro manuali e elettrici.
 - Gruppo elettrogeno (se non disponibile rete elettrica).
 - Strumentazione elettrica e elettronica per collaudi.
 - Furgoni e camion vari per il trasporto.
- Figure professionali:
 - Responsabili e preposti alla conduzione del cantiere.
 - Eletttricisti specializzati.
 - Addetti scavi e movimento terra.
 - Operai edili.
 - Montatori strutture metalliche.

In particolare, per quanto riguarda l'impiego di personale operativo, in considerazione delle tempistiche previste dal cronoprogramma degli interventi, si prevede l'impiego, nei periodi di massima attività di circa 200 addetti ai lavori.

Tutto ciò sarà meglio specificato e gestito nel Piano di Sicurezza e Coordinamento dell'opera preliminarmente all'attivazione della fase di costruzione.

3.9 ALLESTIMENTO CANTIERE

In tale fase sono previste tutte le attività necessarie all'allestimento delle aree di cantiere. Nel dettaglio si prevede la realizzazione di tre aree di cantiere distinte, ognuna delle quali destinata sia alla realizzazione delle aree destinate a baracche che alle aree di stoccaggio dei materiali [rif. *AB-IT028-08-2022-0029_Planimetria area di cantiere*]. Nel dettaglio si prevede:

- Rimozione vegetazione esistente.
- Realizzazione della recinzione dell'area destinata ai baraccamenti ed al deposito dei materiali in pannelli metallici tipo orso-grill fissati a paletti di sostegno vincolati a blocchetti di cls appoggiati a terra.

- Realizzazione delle aree per baracche di cantiere (baracche ad uso ufficio, servizi igienici, deposito attrezzature).
- Realizzazione aree per lo stoccaggio dei materiali e la sosta dei mezzi operativi.
- Realizzazione della viabilità di cantiere.

Si prevede inoltre la realizzazione di una guardiania per il controllo degli accessi per ogni area di cantiere oltre alla predisposizione di un servizio di vigilanza notturna e nei giorni di non operatività del cantiere.

3.10 PREPARAZIONE AREE DI LAVORO

In tale FASE sono previste tutte le attività relative alla preparazione delle aree per le successive lavorazioni di realizzazione dei campi fotovoltaici. Nel dettaglio si prevede:

- Rimozione vegetazione esistente.
- Realizzazione della recinzione definitiva prevista a progetto di cantiere.
- Livellamento e preparazione dei piani campagna per le successive installazioni dei pannelli fotovoltaici.
- realizzazione delle opere di regimentazione superficiale delle acque meteoriche [quali fossi, argini, etc.].

3.11 SCAVO POSA CAVI

Sono previsti scavi per la posa di cavi a bassa tensione e a media tensione (20 kV) all'interno del campo fotovoltaico e cavi di sola MT (36kV) all'esterno, per la realizzazione del cavidotto di connessione. In tal caso si prevederà il possibile reimpiego per i riempimenti del materiale scavato, oltre alla fornitura e posa di materiale selezionato per la regolarizzazione del piano di posa e per i rinfianchi, secondo le sagome e le geometrie indicate dagli elaborati progettuali.

3.12 REALIZZAZIONE VIABILITÀ

La viabilità dell'impianto fotovoltaico sarà costituita da tratti di nuova realizzazione, di larghezza pari a 4 metri, tutti inseriti nelle aree contrattualizzate. Per l'esecuzione dei tratti di nuova costruzione si realizzerà uno scavo di 30 cm e un pacchetto di 40 cm (30 fondazione + 10 finitura) ottenendo così un piano finito a +10 cm dal p.c.

Sarà a carico dell'appaltatore la manutenzione ordinaria e straordinaria della viabilità interna e il ripristino di ogni danno alla stessa.

3.13 PLATEE DI FONDAZIONE CABINE E CANCELLI DI ACCESSO

Si prevede la realizzazione di scavi di profondità: 80 cm per le fondazioni di n. 10 Cabine di campo, n. 1 Cabine di Smistamento e 1 Cabina di Connessione; 35 cm per le fondazioni di n. 8 cabine prefabbricate a uso uffici e di n.8 cabinati ad uso Magazzini; 60 cm per le fondazioni di n. 21 cancelli di accesso. Il volume di scavo verrà calcolato considerando, in pianta, 10 cm in più per ogni lato rispetto alle misure delle cabine indicate negli elaborati progettuali. In questo modo viene garantita la distribuzione del peso della cabina stessa sul basamento di appoggio nonché il computo degli scavi per la posa in opera della messa a terra.

Il terreno di sottofondo proveniente dallo scavo delle platee di appoggio delle cabine verrà in parte utilizzato per raccordare la base delle cabine alle aree adiacenti mediante lo stendimento di uno spessore di terreno indicativamente di 10-20 cm, la parte di terreno vegetale sarà in parte utilizzata per livellare le aree destinate ad attività agricola.

3.14 PLINTI DI FONDAZIONE PER LA RECINZIONE

Sono previsti scavi per l'inserimento di plinti di fondazione ogni 3 metri nel terreno per consentire un'adeguata stabilità della recinzione in un terreno prevalentemente sciolto, come indicato dagli elaborati progettuali. Sono previsti anche plinti di fondazione per i puntelli di rinforzo alla recinzione ogni 30 metri di lunghezza.

4. PIANO PRELIMINARE TERRE E ROCCE DI SCAVO

Secondo quanto previsto dall'art. 24 del D.P.R. n. 120 del 13/06/2015, di seguito si descrivono le aree soggette a rimodellazione/spianamento che interesseranno porzioni di suolo di modesto spessore, tutto il materiale sarà ricollocato all'interno delle aree di intervento.

4.1 ATTIVITA' PRELIMINARE: DECESPUGLIAMENTO

La lavorazione comprende tutte le operazioni necessarie per eseguire il lavoro, sia esso effettuato a mano o a macchina, inclusa l'estirpazione delle ceppaie e l'eliminazione delle radici. Sono compresi altresì l'allontanamento del materiale estratto e la sua eliminazione a discarica, oneri di discarica inclusi, nonché le operazioni di regolarizzazione del terreno a lavori ultimati. Se durante i lavori l'Impresa dovesse rinvenire nel terreno altri materiali estranei, dovrà provvedere al loro allontanamento e al trasporto a rifiuto.

4.2 RILEVATI E RINTERRI

Per rilevati e rinterrati si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterrati e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con automezzi o altre macchine operatrici non potranno essere scaricate direttamente contro cavi, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterrati.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei lavori.

4.3 MATERIALE PER RILEVATI

Il materiale di riporto impiegato per l'eventuale formazione di rilevati strutturali di correzione delle pendenze di progetto dovrà ottemperare ai requisiti stabiliti dalla norma ASTM D 3282 per i materiali granulari dei gruppi A-1, A-2-4, A-2-5 e A-3 e dovrà verificare il fuso granulometrico della figura di seguito riportata, indicativamente le suddivisioni percentuali saranno:

- - % di ghiaia 50% in peso
- - % di sabbia 35% in peso
- - % di limo / argilla 15% in peso

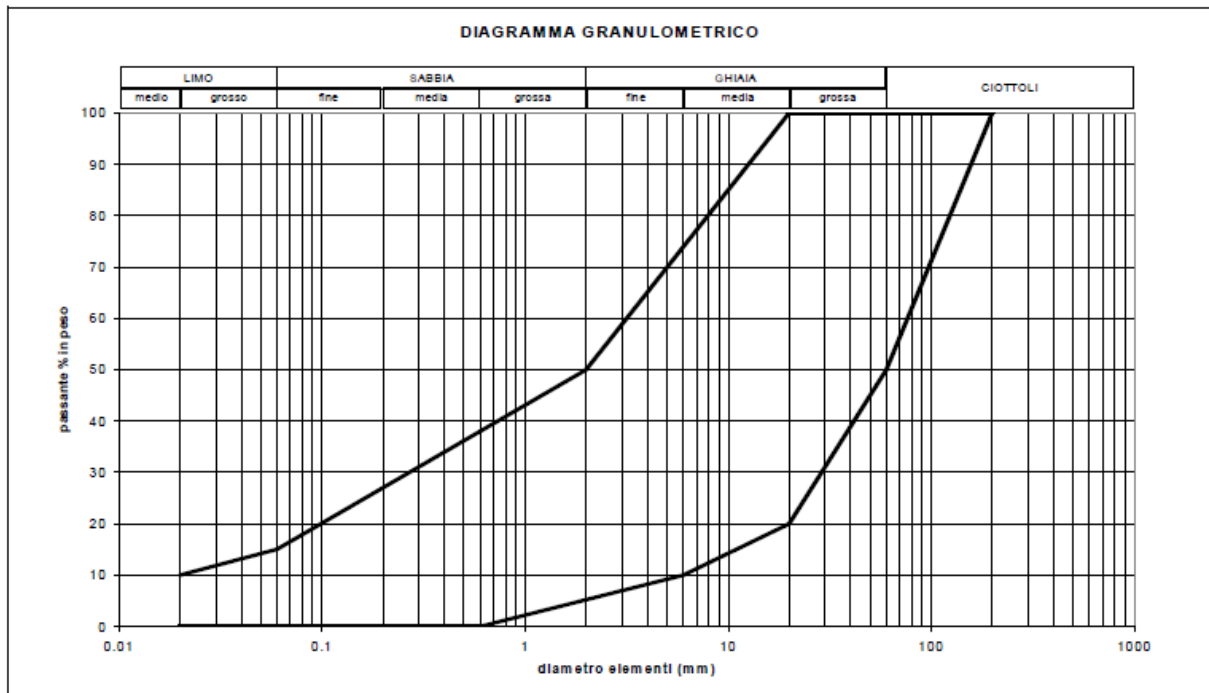


Figura 4.1: fuso granulometrico per materiale da rilevato

È consentito l'uso di inerti ottenuti dal recupero di materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi previo trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati secondo la normativa vigente.

Anche per questo materiale dovrà essere preventivamente fornita alla Direzione Lavori la dichiarazione di provenienza e caratterizzazione.

È riservata alla Direzione Lavori la facoltà, dopo aver esaminato il materiale ed eventualmente il cantiere di produzione, di accettare o meno il materiale proposto.

4.4 MATERIALI ARIDI PER SOTTOFONDAZIONI E FONDAZIONI STRADALI

Il materiale di sottofondazione dovrà essere costituito da materiali aridi, esenti da materiali vegetali o terrosi, con conformazione cubica o con sfaccettature ben definite (sono escluse le forme lenticolari o schiacciate) con dimensioni inferiori o uguali a 71 mm; rapporto tra la quantità passante al setaccio 0,0075 e la quantità passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3; perdita in peso alla prova Los Angeles compiuta sulle singole pezzature inferiore al 30%; equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4ASTM, compreso tra 25 e 65, salvo diversa richiesta del Direttore di Lavori e salvo verifica dell'indice di portanza CBR che dovrà essere, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua del materiale passante al crivello 25, non minore di 50. Il piano di posa dovrà essere verificato prima dell'inizio dei lavori e dovrà avere le quote ed i profili fissati dal progetto.

4.5 MODALITÀ DI POSA

Il materiale sarà steso in strati con spessore compreso tra i 10 ed i 20 cm e non dovrà presentare fenomeni di segregazione, le condizioni ambientali durante le operazioni dovranno essere stabili e non presentare eccesso di umidità o presenza di gelo. L'eventuale aggiunta di acqua dovrà essere eseguita con idonei spruzzatori. Il costipamento verrà eseguito con rulli vibranti o vibranti gommati secondo le indicazioni della Direzione Lavori e fino all'ottenimento, per ogni strato, di una densità non inferiore al 95% della densità indicata dalla prova AASHTO modificata, oppure un Md pari a 80 N/mm² (circa 800 kgf/cm²) secondo le norme CNR relative alla prova su piastra. Compreso ogni altro onere e modalità di esecuzione per dare l'opera completa ed eseguita a regola d'arte.

4.6 MATERIALE GRANULARE STABILIZZATO

È prevista la fornitura e la posa in opera di materiale inerte stabilizzato per la realizzazione della viabilità di nuova costruzione secondo le modalità indicate dagli elaborati progettuali. Questo per consentire e agevolare il transito dei mezzi d'opera.

Il misto granulare stabilizzato dovrà essere ottenuto dalla selezione di ghiaie alluvionali di natura mineralogica prevalentemente calcarea, con aggiunta eventuale di pietrisco in ragione indicativa dello 0 - 40%. È consigliata l'applicazione in strati costipati di spessore non inferiore a 10 cm.

Le principali caratteristiche tecniche sono così riassumibili:

- elementi in prevalenza arrotondanti, non allungati e non lenticolari;
- perdita in peso Los Angeles (LA) < 30 %;
- dimensione massima degli elementi non superiore a 10 - 22 mm;
- percentuale di elementi di frantumazione (pietrisco) variabile da 0 a 40 %;
- frazione fine (passante al setaccio 0.42 mm) non plastica o poco plastica (limite di plasticità non determinabile od indice di plasticità inferiore a 6);
- classificazione CNR-UNI 10006: Al-a;
- curva granulometrica distribuita ed uniforme di cui si riportano i passanti caratteristici.

La curva granulometrica dovrà inquadarsi almeno nella seguente tabella:

Tabella 4.1 – Curva granulometrica ammessa

SERIE CRIVELLI E SETACCI UNI	MISCELA PASSANTE % TOTALE IN PESO - DIM. MAX. 30
Crivello 71	100
Crivello 30	100
Crivello 15	70 – 100
Crivello 10	50 – 85
Crivello 5	35 – 65
Setaccio 2	25 – 50
Setaccio 0,4	15 – 30
Setaccio 0,07	5 – 15

4.7 SCAVI E RIPORTI

Il materiale scavato proveniente dalla realizzazione delle opere in progetto sarà depositato temporaneamente all'interno dell'area di cantiere per essere successivamente utilizzato. Durante l'esecuzione dei lavori non saranno previste tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare rocce e terre.

Al fine di limitare la diffusione di polveri in fase di cantiere, in relazione a ciascuna attività di progetto, scavi o demolizioni, dovranno essere adottate le seguenti misure di mitigazioni:

- movimentazione del materiale da altezze minime e con bassa velocità;
- riduzione al minimo delle aree di stoccaggio;
- bagnatura ad umidificazione del materiale movimentato e delle piste di cantiere;
- copertura o schermatura dei cumuli;

- riduzione del tempo di esposizione delle aree di scavo all'erosione del vento;
- privilegio nell'uso di macchine gommate al posto di cingolate e di potenza commisurata all'intervento.

Di seguito una tabella riassuntiva dei calcoli di progetto, su sterri e riporti sulle aree interessate all'installazione dell'impianto:

Tabella 4.2 - Sterri e riporti

AREA	Volume sterro (mc)	Volume riporto (mc)	Bilancio sterri riporti (mc)	Gestione
Scotico superficiale (15cm)*	74895	0	74895	recupero in sito
Viabilità interna e perimetrale	15471	0	15471	recupero in sito
Fondazioni Uffici (8)	97	0	97	recupero in sito
Fondazioni Magazzini (8)	172	0	172	recupero in sito
Fondazione Cabine di Campo (10)	121	0	121	recupero in sito
Fondazione Cabina Smistamento (1)	179	0	179	recupero in sito
Fondazione Cabina Connessione (1)	179	0	179	recupero in sito
Plinti di fondazione recinzione	443	0	443	recupero in sito
Fondazione cancelli di accesso	79	0	79	recupero in sito
Pre fori per pali di fondazioni strutture	1803	0	1803	smaltimento
Posa cavi MT interni**	6282	5026	1256	recupero in sito/smaltimento
Posa cavidotto esterno 36kV**	17802	11406	6396	recupero in sito/smaltimento
Rinfianchi e livellamenti	0	16744	-16744	recupero in sito/smaltimento
Totale	42630	33175	9455	

* non considerato nel calcolo; **recupero parziale all'interno dello scavo

4.8 RACCOMANDAZIONI DI CARATTERE GENERALE

La normativa specifica prevede che In fase di progettazione esecutiva o comunque prima dell'inizio dei lavori il proponente:

- effettui il campionamento dei terreni, nell'area interessata dai lavori, per la loro caratterizzazione al fine di accertarne l'assenza di contaminazione ai fini dell'utilizzo allo stato naturale, in conformità con quanto sopra pianificato;
- rediga, accertata l'idoneità delle terre e rocce da scavo all'utilizzo ai sensi e per gli effetti dell'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, un apposito progetto contenente le:
 - le volumetrie definitive di scavo delle terre e rocce;
 - la quantità delle terre e rocce da riutilizzare;
 - la collocazione e durata dei depositi delle terre e rocce da scavo;
 - la collocazione definitiva delle terre e rocce da scavo.

Gli esiti delle attività così eseguite saranno poi sottoposti all'autorità competente e all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente, prima dell'avvio dei lavori.

Se prima dell'inizio dei lavori non si provvederà all'accertamento dell'idoneità del materiale scavato all'utilizzo ai sensi dell'articolo 185, comma 1, lettera c), le terre e rocce saranno gestite come rifiuti ai sensi della Parte IV del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Per l'esecuzione della caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo si farà riferimento a quanto indicato dal DPR 120/2017 ed in particolar modo agli allegati 2 e 4 del DPR.

Secondo quanto previsto nell'allegato 2 al DPR 120/2017, "la densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione dovrà basarsi su un modello concettuale preliminare delle aree (campionamento

ragionato) o sulla base di considerazioni di tipo statistico (campionamento sistematico su griglia o casuale). Nel caso in cui si proceda con una disposizione a griglia, il lato di ogni maglia potrà variare da 10 a 100 m a seconda del tipo e delle dimensioni del sito oggetto dello scavo”.

Lo stesso allegato prevede che:

- Il numero di punti d'indagine non sarà mai inferiore a tre e, in base alle dimensioni dell'area d'intervento, dovrà essere aumentato secondo il criterio esemplificativo di riportato nella Tabella seguente;

DIMENSIONE DELL'AREA	PUNTI DI PRELIEVO
Inferiore a 2.500 mq	Minimo 3
Tra 2.500 e 10.000 mq	+ 1 ogni 2.500 mq quadri
Oltre i 10.000 mq	7 + 1 ogni 5.000 mq eccedenti

- Nel caso di opere infrastrutturali lineari, il campionamento andrà effettuato almeno ogni 500 metri lineari di tracciato.

La profondità d'indagine è determinata in base alle profondità previste dagli scavi. I campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche dovranno essere come minimo:

- Campione 1: da 0 a 1 metri dal piano campagna;
- Campione 2: nella zona di fondo scavo;
- Campione 3: nella zona intermedia tra i due.

Per scavi superficiali, di profondità inferiore a 2m, i campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche possono essere almeno due: uno per ciascun metro di profondità.

Secondo quanto previsto nell'allegato 4 al DPR 120/2017, i campioni da portare in laboratorio o da destinare ad analisi in campo, ricavati da scavi specifici con il metodo della quartatura o dalle carote di risulta dai sondaggi geologici, saranno privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio saranno condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione sarà determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm). Qualora si dovesse avere evidenza di una contaminazione antropica anche del sopravaglio le determinazioni analitiche saranno condotte sull'intero campione, compresa la frazione granulometrica superiore ai 2 cm, e la concentrazione sarà riferita allo stesso.

Il set di parametri analitici da ricercare sarà definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sul sito o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici legati all'esecuzione dell'opera. Data la caratteristica dei siti, destinati da tempo alle attività agricole, il set analitico da considerare sarà quello minimale riportato in Tabella precedente, fermo restando che la lista delle sostanze da ricercare potrà essere modificata ed estesa in considerazione di evidenze eventualmente rilevabili in fase di progettazione esecutiva.

Il set analitico minimale da considerare sarà dato pertanto da:

- Arsenico
- Cadmio
- Cobalto
- Nichel
- Piombo

- Rame
- Zinco
- Mercurio
- Idrocarburi C>12
- Cromo totale
- Cromo VI
- Amianto
- BTEX (*)
- IPA (*)

(*) Da eseguire per le aree di scavo collocate entro 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione o da insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

4.9 MATERIALE DI SCAVO CON TERRENO DI RIPORTO

L'articolo 3 del dl 25 gennaio 2012, n. 2 convertito con legge 24 marzo 2012, n. 28 fornisce l'interpretazione autentica dell'articolo 185 del decreto legislativo n.152 del 2006 in merito ai riferimenti al "suolo" contenuti ai commi 1, lettere b) e c), e 4. In particolare il termine "suolo" si interpreta come riferito anche alle matrici materiali di riporto di cui all'allegato 2 alla parte IV del medesimo decreto legislativo, costituite da una miscela eterogenea di materiale di origine antropica, quali residui e scarti di produzione e di consumo, e di terreno, che compone un orizzonte stratigrafico specifico rispetto alle caratteristiche geologiche e stratigrafiche naturali del terreno in un determinato sito e utilizzate per la realizzazione di riempimenti, di rilevati e di rinterri.

Inoltre, ai fini dell'applicazione dell'articolo 185, comma 1, lettere b) e c), del decreto legislativo n. 152 del 2006, le matrici materiali di riporto devono essere sottoposte a test di cessione effettuato sui materiali granulari ai sensi dell'articolo 9 del decreto del Ministro dell'ambiente 5 febbraio 1998, ai fini delle metodiche da utilizzare per escludere rischi di contaminazione delle acque sotterranee e, ove conformi ai limiti del test di cessione, devono rispettare quanto previsto dalla legislazione vigente in materia di bonifica dei siti contaminati.

L'art. 2 comma 1, lett. b) del DPR 120/2017, definisce come suolo lo strato più superficiale della crosta terrestre situato tra il substrato roccioso e la superficie, comprendendo le matrici materiali di riporto come definite dall'articolo 3, comma 1, del decreto-legge 25 gennaio 2012, n. 2, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 28.

L'art. 4 del citato DPR 120/2017 che individua, invece, i criteri per considerare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti, prevede al comma 3 che nei casi in cui le terre e rocce da scavo contengano materiali di riporto, la componente di materiali di origine antropica frammisti ai materiali di origine naturale non può superare la quantità massima del 20% in peso, da quantificarsi secondo la metodologia.

Oltre al rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'art. 4 comma 2, lettera d), le matrici materiali di riporto devono essere sottoposte al test di cessione, secondo le metodiche di cui al decreto del Ministro dell'ambiente del 5 febbraio 1998, per i parametri pertinenti, ad esclusione del parametro amianto, al fine di accertare il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione con la tabella in Allegato 3, o, comunque, dei valori di fondo naturale stabiliti per il sito e approvati dagli enti di controllo.

Tabella 4.3: Protocollo analitico per le determinazioni in laboratorio del test di cessione

Parametri	Unità di misura	Concentrazioni limite
Nitrati	Mg/1 NO ₃	50
Fluoruri	Mg/1 F	1,5
Solfati	Mg/1 SO ₄	250
Cloruri	Mg/1 C ₁	100
Cianuri	µg/1 Cn	50
Bario	Mg/1 Ba	1
Rame	Mg/1 Cu	0,05
Zinco	Mg/1 Zn	3
Berillio	µg/1 Be	10
Cobalto	µg/1 Co	250
Nichel	µg/1 Ni	10
Vanadio	µg/1 V	250
Arsenico	µg/1 As	50
Cadmio	µg/1 Cd	5
Cromo totale	µg/1 Cr	50
Piombo	µg/1 Pb	50
Selenio	µg/1 Se	10
Mercurio	µg/1 Hg	1
Amianto	Mg/1	30
COD	Mg/l	30
PH		5,5 <>12,0

4.10 PROPOSTA PIANO DI CAMPIONAMENTO PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Ai fini della caratterizzazione ambientale si prevede di eseguire il seguente piano di campionamento:

- In corrispondenza delle opere di fondazione delle cabine ufficio e dei magazzini, dato il carattere puntuale e la modesta dimensione dell'opera, verrà prelevato un solo campione a fondo scavo, ad una profondità di circa 30 cm da p.c. in un punto baricentrico dell'impronta della platea.
- In corrispondenza delle opere di fondazione delle cabine elettriche (Campo, Utente e Consegna), verranno prelevati due campioni a circa 30 cm da p.c. e a fondo scavo, in un punto baricentrico dell'impronta delle platee.
- In corrispondenza della viabilità di nuova realizzazione la campagna di caratterizzazione, dato il carattere di linearità delle opere, sarà strutturata in modo che i punti di prelievo siano distanti tra loro circa 500 m. Per ogni punto verrà prelevato un solo campione a fondo scavo;
- In corrispondenza dei cavidotti, la campagna di caratterizzazione, dato il carattere di linearità delle opere, sarà strutturata in modo che i punti di prelievo siano distanti tra loro circa 500 m. Per ogni punto verranno prelevati due campioni alle seguenti profondità dal piano campagna: 30 cm e a fondo scavo.

Nella seguente tabella si riassume il numero di campionature da eseguire suddiviso per opera.

Tabella 4.4: Piano di campionamento

Opera di progetto	Tipo di opera	Area/lunghezza (mq/m)	n. punti campionamenti	N° e Profondità campioni [m da p.c.] per punto	N. campioni TOTALI
Fondazione Cabine di Campo (n.10)	Areale	8,8	10x2	2 @ (0,3 - fondo scavo)	20
Fondazione Uffici (n.8)	Areale	31	8x1	1 @ fondo scavo	8
Fondazione Magazzini (n.8)	Areale	60	8x1	1 @ fondo scavo	8
Fondazione Cabina di Connessione	Areale	300	1x2	2 @ (0,3 - fondo scavo)	2
Fondazione Cabina di smistamento (1)	Areale	356	1x2	2 @ (0,3 - fondo scavo)	2
Viabilità interna e esterna	Lineare	15471	28	1 @ fondo scavo	28
Cavidotti interni MT	Lineare	6282	11	2 @ (0,3 - fondo scavo)	22
Cavidotti esterni 36 kV	Lineare	17802	27	2 @ (0,3 - fondo scavo)	54

Sono quindi previsti 144 campioni di terreno, i risultati analiti andranno confrontati con le concentrazioni soglia di cui alla colonna A o B Tabella 1, Allegato 5 del D.l.g.s 152/2006.

Si precisa che l'ubicazione e il numero esatto dei punti di indagine saranno ridefiniti nella successiva fase esecutiva di progetto, prima dell'avvio delle attività, a seguito di sopralluoghi in campo effettuati per accertarne l'effettiva fattibilità delle operazioni, tenendo conto della presenza di eventuali possibili sottoservizi e/o restrizioni dovute a fattori logistici e/o disposizioni delle autorità competenti.

Più specificatamente, il cavidotto di connessione alla RTN in progetto, per larga misura ricadrà in strade pubbliche; pertanto, il presente protocollo di campionamento dovrà essere rivalutato dagli enti competenti e proprietari.

A titolo esemplificativo, in fase realizzativa si potrebbe prevedere, in accordo con gli enti competenti, l'apertura di più cantieri temporanei all'interno di proprietà pubblica (aree e strade comunali, provinciali ecc.), in modo da produrre volumi di terre e rocce da scavo ampiamente inferiori a 6000 mc gestibili all'interno del "Capo III - Terre e rocce da scavo prodotte in cantieri di piccole dimensioni" del DPR 120/2017.

Secondo le normative vigenti, nella fase di preparazione e confezionamento del campione, si procederà con lo scarto in campo della frazione granulometrica maggiore di 2 cm.

Il campione sarà identificato da opportuna catena di custodia ed attraverso etichettatura con indicata la sigla identificativa del punto di campionamento, del campione e la profondità. I campioni, contenuti in appositi contenitori sterili, saranno mantenuti al riparo dalla luce ed alle temperature previste dalla normativa mediante l'uso di un contenitore frigo portatile.

I campioni saranno consegnati al laboratorio d'analisi certificato prescelto dopo essere stati trattati secondo quanto descritto dalla normativa vigente. Le analisi granulometriche saranno eseguite dal Laboratorio Autorizzato.

Si dovrà prevedere anche un adeguato numero di campioni di bianco, prelevati nelle stesse aree di progetto, in posizioni distali dalle opere previste. Il numero sarà preventivamente concordato che le autorità competenti.

5. PIANO DI GESTIONE DEI MATERIALI DA SCAVO

5.1 RIUTILIZZO INTERNO AL SITO

Allo stato attuale si prevede che i materiali di scavo e scotico prodotti dalle lavorazioni verranno riutilizzati all'interno del medesimo sito di produzione.

Questi materiali, prima del loro riutilizzo in sito potranno subire uno o più dei trattamenti previsti nell'Allegato 3 "Normale pratica industriale - Articolo 2, comma 1, lettera o" del D.P.R. 120/2017, finalizzati al miglioramento delle loro caratteristiche merceologiche e per renderne l'utilizzo maggiormente produttivo e tecnicamente più efficace. Tali operazioni potranno prevedere:

- la selezione granulometrica delle terre e rocce da scavo, con l'eventuale eliminazione degli elementi/materiali antropici;
- la riduzione volumetrica mediante macinazione;
- la stesa al suolo per consentire l'asciugatura e la maturazione delle terre e rocce da scavo al fine di conferire alle stesse migliori caratteristiche di movimentazione, l'umidità ottimale e favorire l'eventuale biodegradazione naturale degli additivi utilizzati per consentire le operazioni di scavo.

Il riutilizzo all'interno del medesimo sito potrà avvenire secondo uno dei seguenti regimi normativi:

- Riutilizzo allo stato naturale, ai sensi dell'art. 185, comma 1, lettera c) del D.lgs. 152/06 e dell'art. 24 del D.P.R. 120/2017;
- riutilizzo come sottoprodotto, dopo operazione di normale pratica industriale, ai sensi del Titolo II del D.P.R. 120/2017.

5.2 DEPOSITI INTERMEDI

Le terre e rocce da scavo che si intendono avviare al riutilizzo interno saranno stoccate in un'area di deposito intermedio, come indicato nella tavola di progetto "AB-IT028-08-2022-0040_Inquadramento su CTR con attraversamenti 1_5000 opere di connessione".

Di seguito si riportano i requisiti di gestione del sito di deposito intermedio individuati dall'art. 5 del D.P.R. 120/2017:

- a) "il sito rientra nella medesima classe di destinazione d'uso urbanistica del sito di produzione, nel caso di sito di produzione i cui valori di soglia di contaminazione rientrano nei valori di cui alla colonna B (...) del D.Lgs. 152/2006, oppure in tutte le classi di destinazione urbanistiche, nel caso in cui il sito di produzione rientri nei valori di cui alla colonna A (...) del medesimo decreto legislativo";*
- b) "l'ubicazione e la durata del deposito sono indicate nel piano di utilizzo o nella dichiarazione di cui all'articolo 21";*
- c) "la durata del deposito non può superare il termine di validità del piano di utilizzo o della dichiarazione di cui all'articolo 21";*
- d) "(...) è fisicamente separato e gestito in modo autonomo anche rispetto ad altri depositi di terre e rocce da scavo oggetto di differenti piani di utilizzo o dichiarazione di cui all'articolo 21, e a eventuali rifiuti presenti nel sito in deposito temporaneo";*
- e) "(...) è conforme alle previsioni del piano di utilizzo o della dichiarazione di cui all'articolo 21 e s'identifica tramite segnaletica posizionata in modo visibile, nella quale sono riportate le informazioni relative al sito di produzione, alle quantità del materiale depositato, nonché i dati amministrativi (...)"*.

Tali depositi saranno fisicamente separati da altre tipologie di depositi eventualmente presenti nel sito, e saranno gestiti in maniera autonoma. I depositi intermedi stoccheranno solamente materiali da scavo aventi le medesime caratteristiche analitiche rispetto alla Col. A e alla Col. B. del D.Lgs. 152/2006.

Ogni deposito sarà delimitato e al suo ingresso sarà posto un cartello riportante la denominazione univoca del deposito e la tipologia di materiale da scavo stoccato (conforme Col. A o B del D.Lgs. 152/2006) e sarà dotato di telo in materiale polimerico posizionato su tutta la superficie del deposito stesso.

I materiali sia in ingresso sia in uscita da un deposito temporaneo saranno tracciati secondo le modalità che saranno stabilite.

Le aree per il deposito intermedio saranno identificate all'interno del Piano di Utilizzo, in funzione dello sviluppo e dell'attuazione del progetto.

5.3 CONFERIMENTO A SITI DI RECUPERO/SMALTIMENTO

I quantitativi di terre e rocce eccedenti le previsioni di riutilizzo saranno gestiti ai sensi della parte IV del D.Lgs. 152/06.

I materiali da scavo da inviare a recupero/smaltimento in impianti esterni saranno scavati e trasportati direttamente presso i siti di conferimento, in base ai risultati delle verifiche di recuperabilità ai sensi del D.M. 05/02/1998 e s.m.i e di ammissibilità in discarica ai sensi del D.lgs. 36/2003, come modificato dal D.lgs. 121/2020, che saranno eseguite su questi materiali prima della loro rimozione.

Alla luce delle considerazioni di cui ai precedenti capitoli, si esclude la presenza di materiali classificabili come rifiuti pericolosi secondo il D.Lgs 3 Aprile 2006 n. 152 e s.m.i, si prevede la produzione dei materiali sotto riportati:

MATERIALE	
1.	prodotti di demolizione delle opere murarie dei salti esistenti e delle lastre di rivestimento
2.	materiale vegetale proveniente dal decespugliamento delle aree di lavoro
3.	rifiuti indifferenziati abbandonati nell'area di lavoro
4.	Materiale di risulta realizzazione pali trivellati
5.	Materiale di risulta posa cavi e condotte con tecnica NO-DIG

Prima dell'inizio della rimozione di questi materiali saranno comunicati agli Enti preposti i nomi delle ditte di autotrasporto.

I rifiuti classificati saranno caricati sugli automezzi direttamente presso l'area di stoccaggio per il trasporto al sito di smaltimento e/o recupero finale.

5.4 PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI RECUPERO E SCAVO

I materiali provenienti da escavazioni o demolizioni resteranno in proprietà della stazione appaltante, e per essi il Direttore dei lavori potrà ordinare all'Appaltatore la cernita, l'accatastamento, lo smaltimento o la conservazione in aree idonee del cantiere, intendendosi di ciò compensato con i prezzi degli scavi e delle demolizioni relative.

Tali materiali potranno essere reimpiegati dall'Appaltatore nelle opere da realizzarsi solo su ordine del Direttore dei Lavori, e dopo averne pattuito il prezzo, eventualmente da detrarre dal prezzo della corrispondente categoria.